

Ir. La Mema Parandy, S.T., M.M.



SUMBER DAYA LAHAN

Sustainable Soil Treatment



Editor : Drs. Achmad Baihaqi, M.Sc.

SUMBER DAYA LAHAN

Sustainable Soil Treatment

Sumber Daya Lahan merupakan suatu sumberdaya alam yang sangat penting bagi mahluk hidup, dengan tanah yang menduduki lapisan atas permukaan bumi yang tersusun dari batuan induk dan menjadi tempat berlangsungnya kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan.

Sumber Daya Lahan dalam konteks bagi pertanian dapat dibedakan menjadi enam kelompok, yaitu (1) iklim, (2) relief dan formasi geologis, (3) tanah, (4) air, (5) vegetasi, (6) anasir artifisial (buatan). Permasalahan menahun di pertanian antara lain:

Pertanian dipandang sebelah mata, Krisis regenerasi petani muda, Rantai niaga yang merugikan petani, Teknik budi daya kurang presisi, Modal bagi petani dan Alih fungsi lahan Permasalahan lain yang urgen yang akan dibahas pada buku ini adalah Lahan pertanian atau yang kita kenal dengan sebutan Sumber Daya Lahan

Permasalahan muncul antara lain:

1. Lahan irigasi
2. Konversi Lahan ke non pertanian
3. Kesehatan Lahan
4. Luas kepemilikan lahan yang sempit

Besar harapan kami untuk mendapatkan kritik dan saran agar buku SUMBER DAYA LAHAN ini akan lebih baik dan sempurna pada penerbitan mendatang.

"The political repositioning of agriculture is a strong foundation for nation building. "Farmer independence, entrepreneur participation, access to resources and improved statistics are the keys to sustainable agricultural progress."

Reposisi politik pertanian adalah pondasi kuat pembangunan bangsa.

Kemandirian petani, partisipasi pengusaha, akses sumber daya, dan pembenahan statistik, kunci menuju kemajuan pertanian berkelanjutan."

Sarifuddin Baharsjah

SUMBER DAYA LAHAN - Sustainable Soil Treatment

Ir. La Mema Parandy, S.T., M.M.

**Editor :
Drs. Achmad Baihaqi, M.Sc.**



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

**SUMBER DAYA LAHAN -
Sustainable Soil Treatment**

Penulis : Ir. La Mema Parandy, S.T., M.M.

Editor : Drs. Achmad Baihaqi, M.Sc.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Uli Mas'uliyah Indarwati

ISBN : 978-623-516-326-0

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, AGUSTUS 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Permasalahan menahun di pertanian antara lain: Pertanian dipandang sebelah mata, Krisis regenerasi petani muda, Rantai niaga yang merugikan petani, Teknik budi daya kurang presisi, Modal bagi petani dan Alih fungsi lahan.

Permasalahan ini terus terjadi setiap tahun dan mengakibatkan kerugian yang terus menerus bagi pertanian dan petani itu sendiri.

Selain permasalahan diatas masih ada lagi yaitu:

1. Teknologi pertanian modern
2. Persoalan pupuk, dan
3. Soal pemasaran hasil pertanian

Permasalahan lain yang urgen yang akan dibahas pada buku ini adalah Lahan pertanian atau yang kita kenal dengan sebutan Sumber Daya Lahan. Permasalahan muncul antara lain:

1. Lahan irigasi
2. Konversi Lahan ke non pertanian
3. Kesehatan Lahan
4. Luas kepemilikan lahan yang sempit

Itu memerlukan pemecahan yang komprehensif dan sustainable sehingga menguntungkan pertanian khususnya petani dan masyarakat umum (rakyat) Indonesia. *Buku SUMBER DAYA LAHAN-Sustainable Soil Treatment* ini berisi pengetahuan untuk memahami apa sumber daya lahan itu

Buku SUMBER DAYA LAHAN-Sustainable Soil Treatment bisa digunakan sebagai buku panduan praktis untuk melakukan perawatan tanah dengan memahami Isi buku ini mengenai tindakan apa yang bisa dilakukan bagi petani pemula. Secara garis besar buku ini menjelaskan:

1. Sumber Daya Lahan
2. Macam macam lahan pertanian
3. Cara mengatasi perawatan tanah yang berkelanjutan (*Sustainable Soil Treatment*)
4. Dan pengetahuan yang mendukung kemajuan pertanian

Dan isi buku ini sangat membantu para petani muda atau lulusan baru dari Fakultas Pertanian untuk memahami lagi ilmu yang mereka tekuni dalam studinya dan bisa jadi buku acuan pembelajaran (Buku Ajar Pertanian).

Untuk membahas permasalahan tersebut akan dikupas per bagian di buku SUMBER DAYA LAHAN-Sustainable Soil Treatment ini secara detail dan luas.

Besar harapan kami untuk mendapatkan kritik dan saran agar *Buku SUMBER DAYA LAHAN-Sustainable Soil Treatment* ini akan lebih baik dan sempurna pada penerbitan mendatang.

Pacitan, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 SELAYANG PANDANG TANAH PERTANIAN	1
A. Dari Bahasa Sansekerta.....	2
B. Sejarah Singkat Pertanian di Indonesia	4
C. Pengertian Pertanian.....	9
D. Masalah Pertanian di Indonesia.....	26
BAB 2 MENGENAL TANAH & PENGARUH	
GEOGRAFIS - IKLIM	30
A. Tanah.....	30
B. Pembentukan tanah (pedogenesis).....	32
C. Pedologi	33
D. Klasifikasi Tanah	33
E. Sistem Klasifikasi Dudal-Soeprattohardjo	34
F. Sistem Soil Taxonomy (USDA)	36
G. Sistem World Reference Base for Soil Resources.....	37
H. Pengurai	39
I. Komponen.....	40
J. Jenis-Jenis Organisme	40
K. Karakteristik	41
L. Manfaat	43
M. Pencemaran tanah.....	43
N. Pakar pedologi di Indonesia.....	44
O. Jenis Jenis Tanah di Indonesia.....	44
P. Pengaruh Letak Astronomis dan Geografis	
Indonesia Terhadap Kondisi Iklim	59
Q. Letak Astronomis Indonesia dan Letak Geografis	61
R. Iklim Di Indonesia - Jenis, Perubahan dan	
Pengaruh Bagi Dunia	65
BAB 3 SUMBER DAYA ALAM	77
A. Pengantar	77
B. Pengertian Sumber Daya Alam.....	79

	C. Klasifikasi Sumber Daya Alam.....	81
	D. Daya dukung lingkungan.....	84
	E. Sumber daya alam di Indonesia	85
	F. Sumber Daya Alam dan Pertumbuhan Ekonomi	88
	G. Pemanfaatan sumber daya alam	89
	H. Tumbuhan	91
	I. Pertanian dan perkebunan.....	91
	J. Hewan, peternakan, dan perikanan.....	92
	K. Sumber daya alam nonhayati	92
BAB 4	SUMBER DAYA LAHAN	99
	A. Pengantar.....	99
	B. Definisi Lahan	102
	C. Jenis Lahan	103
	D. Status dan Luas Kepemilikan Lahan.....	109
	E. Bentuk Lahan	116
BAB 5	PERMASALAHAN LAHAN - IRIGASI	148
	A. Pengertian Air	149
	B. Irigasi	157
	C. Analisa hidrologi	179
	D. Sumur Resapan	186
	E. Laju Infiltrasi	187
	F. Air Larian	189
	G. Koefisien air larian.....	191
	H. Tanya Jawab Permasalahan Irigasi	194
BAB 6	PERMASALAHAN KONVERSI LAHAN	197
	A. Pengertian Lahan / Tanah.....	197
	B. Pengertian Alih Fungsi Lahan Pertanian.....	200
	C. Pendapat Ahli Tentang Alih Fungsi Lahan Pertanian.....	205
	D. Dasar Hukum Alih Fungsi Lahan	206
	E. Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian ke Non Pertanian.....	209
BAB 7	KLASIFIKASI & PENGGUNAAN LAHAN	213
	A. Klasifikasi Lahan.....	213
	B. Klasifikasi FAO 1976	217
	C. Penggunaan Lahan	229

BAB 8	LAHAN PERTANIAN, PERKEBUNAN & HUTAN	253
	A. Pertanian	254
	B. Perkebunan	267
BAB 9	PERAWATAN TANAH BERKELANJUTAN	358
	A. Etimologi.....	358
	B. Pembangunan pertanian berkelanjutan (Sustainable Agricultural Development)	361
	C. Pengelolaan Tanah Berkelanjutan. (Sustainable Soil Management).....	377
	D. Perawatan Tanah Berkelanjutan (Sustainable Soil Treatment).....	383
	E. Konservasi tanah berkelanjutan (Sustainable soil conservation).....	391
	F. Peradaban Pertanian (Civilization of Agriculture)	402
	G. Tokoh Ahli Pertanian.....	408
BAB 10	TEKNOLOGI HIJAU PERTANIAN	428
	A. Kata “Hijau”	428
	B. Revolusi Hijau	435
	C. Revolusi Hijau Indonesia.....	436
	D. Kritik Revolusi Hijau	444
	E. Revolusi Hijau Berikutnya	445
	F. Konsep dan Teori	446
	G. Indikator.....	448
	H. Prinsip	450
	I. Pertanian Hijau.....	456
	J. Teknologi Hijau	484
	FOOTNOTES.....	523
	DAFTAR PUSTAKA	544
	INDEX	548
	TENTANG PENULIS	548

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tanah airku dan not angka	1
Gambar 1.2	Mesir membawa ikan, dan dibelah untuk tujuan diasinkan.....	24
Gambar 2.1	Profil tanah, memperlihatkan beberapa horizon	31
Gambar 2.2	WRB, 4th edition (2022)	37
Gambar 2.3	Tanah Aluvial.....	44
Gambar 2.4	Tanah andosol	45
Gambar 2.5	Tanah entisol	46
Gambar 2.6	Tanah grumusol	47
Gambar 2.7	Tanah Humus.....	48
Gambar 2.8	Tanah Inceptol.....	48
Gambar 2.9	Tanah laterit.....	49
Gambar 2.10	Tanah Lotosol.....	50
Gambar 2.11	Tanah litosol	50
Gambar 2.12	Tanah Kapur.....	51
Gambar 2.13	Tanah Mergel	52
Gambar 2.14	Tanah organosol.....	53
Gambar 2.15	Tanah Oxisol.....	53
Gambar 2.16	Tanah padas	54
Gambar 2.17	Tanah Pasir.....	55
Gambar 2.18	Tanah podsol.....	56
Gambar 2.19	Tanah Podsolik Merah Kuning.....	56
Gambar 2.20	Tanah Liat.....	57
Gambar 2.21	Iklim Muson	66
Gambar 2.23	Peta Indonesia	68
Gambar 2.24	Negara Indonesia	69
Gambar 3.1	The rainforest in Fatu-Hiva, in the Marquesas Islands	83
Gambar 3.2	Wilayah perairan Natuna.....	87
Gambar 3.3	Lahan pertanian Jatiluwih Sawah berundak di Ubud Bali Sumber: Boombastis	87
Gambar 3.4	Komodo	87
Gambar 3.5	Kura-kura	88

Gambar 3.6	Terumbu Karang Indonesia Sangat Diminati Dunia	88
Gambar 4.1	Lahan perkotaan.....	99
Gambar 4.2	Lapisan tanah.....	101
Gambar 4.3	Sistem Bentuk Lahan Marine (Laut)	121
Gambar 4.4	Sistem Bentuk Lahan Bukit atau Perbukitan	130
Gambar 4.5	Sistem Bentuk Lahan Gunung atau Pegunungan.....	137
Gambar 4.6	Sistem Bentuk Lahan Vulkanik dan Karst (Batuan Kapur)	146
Gambar 4.7	Sistem Bentuk Lahan: Alluvial sampai Krast.....	147
Gambar 5.1	Irigasi.....	160
Gambar 5.2	Irigasi Petak Tersier.....	170
Gambar 5.3	Irigasi Petak Sekunder	171
Gambar 5.4	Irigasi Petak Primer	172
Gambar 5.5	Bangunan Utama	173
Gambar 5.6	Jembatan Sipon Cibeet Karawang.....	174
Gambar 5.7	Bangunan Bagi-Sadap	175
Gambar 5.8	Bangunan Pengatur dan Pengukur.....	176
Gambar 6.1	Lahan sawah di ubah jadi perumahan	197
Gambar 8.1	Cemas dengan Diagram Venn Lahan.....	253
Gambar 8.2	Pertanian Klasik di Indonesia.....	256
Gambar 8.3	Lahan Sawit.....	268
Gambar 8.4	10 negara Tujuan Utama Ekspor Minyak Sawit ...	270
Gambar 8.5	Sejarah Perkebunan Sawit Indonesia.....	271
Gambar 8.6	Provinsi produksi karet	290
Gambar 8.7	Penyadapan Karet	294
Gambar 8.8	Hutan Lumut di kawasan Gunung Lumut Kab. Paser Kalimantan Timur	311
Gambar 8.9	Hutan Tropis.....	315
Gambar 8.10	Relawan dan Tim Lindungi Hutan.....	320
Gambar 8.11	Hutan lumut	327
Gambar 8.12	Deforestasi	343
Gambar 8.13	Hutan Hujan Kelapa Sawit.....	344
Gambar 8.14	Kebakaran Lahan Gambut.....	346
Gambar 8.15	Deforestasi Kalbar	347

Gambar 8.16	Demo aktivis.....	349
Gambar 9.1	Proses Pengelolaan Tanah berkelanjutan	401
Gambar 9. 2	Diagram Lingkaran Konsep Tanah berkelanjutan.....	402
Gambar 10.1	Logo tanaman hijau	429
Gambar 10.2	Teknologi Hijau Pertanian	485
Gambar 10.3	Data penggunaan Teknologi Hijau Modern.....	512
Gambar 10.4	Drone untuk penyemprotan tanaman	521

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Luas Lahan Baku	112
Grafik 4.2	Luas Lahan Pertanian yang dikuasai Rumah Tangga Usaha Pertanian.....	113
Grafik 4.3	Infografis Perkembangan Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia, 2022.....	115
Grafik 5.1	Luas Lahan Sawah Irigasi dan Non Irigasi	195
Grafik 6.1	Grafik Malthus.....	203
Grafik 7.1	<i>Global land use for food production</i>	232
Grafik 7.2	<i>Land use over the long term</i>	234
Grafik 7.3	<i>Agriculture over the long term</i>	236
Grafik 7.4	Share land for agriculture 1960 – 2020 Pertanian subur (lahan pertanian)	239
Grafik 7.5	Cropland per person Penggunaan lahan pertanian per orang dalam jangka pendek	242
Grafik 7.6	Arable land use per person Penggunaan lahan pertanian per orang.....	244
Grafik 7.7	Agricultural land use per person	245
Grafik 7.8	Land use per 100 grams of protein	248
Grafik 7.9	Arable land to produce a quantity of crops 1960-2020	250
Grafik 8.1	Produksi dan Konsumsi Beras RI 2018-2022 (CNN Indonesia).....	261
Grafik 8.2	Luas Panen dan Produksi Padi 2023 (BPS -2023)	262
Grafik 8.3	10 Provinsi Produksi Padi Terbesar (Databoks.id)..	263
Grafik 8.4	Produksi Beras menurun (Databoks.id).....	264
Grafik 8.5	Volume Konsumsi Beras (Databoks.id).....	265
Grafik 8.6	Negara Tetangga Surplus Beras (Databoks.id)	266
Grafik 8.7	Luas Areal Sawit (Ha)	277
Grafik 8.8	Prosentase Kondisi Tanaman Sawit	278
Grafik 8.9	Neraca perdagangan Sawit dan Negara Tujuan Ekspor	279
Grafik 8.10	Prosentase Nilai Ekspor CPO.....	280
Grafik 8.11	Luas Area Karet (Ha)	285
Grafik 8.12	Prosentase Kondisis Tanaman Karet	286

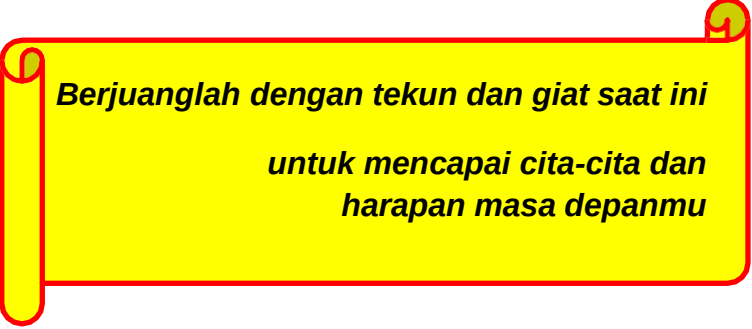
Grafik 8.13	Harga dan Nilai Ekspor Karet.....	287
Grafik 8.15	Negara Utama Tujuan Ekspor Karet.....	288
Grafik 8.16	Harga karet Alam	295
Grafik 8.17	Harga karet Alam	296
Grafik 8.18	10 provinsi penghasil karet 2023 (Databoks.id)	299
Grafik 8.19	Total Luas Areal Kelapa (Ha)	301
Grafik 8.20	Prosentase dan Sebaran Kelapa Nasional.....	302
Grafik 8.21	Harga Kelapa dalam negeri	303
Grafik 8.22	Ekspor Kelapa	304
Grafik 8.23	Prosentase Ekspor Impor Kelapa	305
Grafik 8.24	10 negara Produsen Kelapa Terbesar Dunia (Databoks.id).....	308
Grafik 8.25	10 Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar pada 2020 (Databoks.id).....	309
Grafik 8.26	Luas Tutupan Hutan Indonesia (Databoks.id)	339
Grafik 8.27	Data pengukuhan Kawasan.....	340
Grafik 9.1	Diagram Venn Sustainable Development Pembangunan Berkelanjutan.....	361

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sumber Daya Alam Dasar.....	82
Tabel 4.1	Luas Lahan Sawah (Hektar).....	109
Tabel 4.2	Marine.....	119
Tabel 4.3	Plain.....	122
Tabel 4.4	Hilly.....	125
Tabel 4.5	Plateau and Mountain	131
Tabel 4.6	Micellaneous.....	134
Tabel 4.7	Volcanic.....	138
Tabel 4.8	Karstic	143
Tabel 5.1	Penentuan Tipe Curah Hujan di Indonesia	181
Tabel 5.2	Koefisien	193
Tabel 8.1	Negara Produsen Karet	289
Tabel 8.2	Luas Perkebeunan karet.....	291
Tabel 8.3	Produksi karet Alam.....	292
Tabel 8.4	Nilai Ekspor Karet	292
Tabel 8.5	Ekspor Karet menurut mutu.....	293
Tabel 8.6	10 provinsi penghasil karet 2023 (Databoks.id)	297
Tabel 8.7	10 negara terbesar produksi Kelapa (Databoks.id)	307
Tabel 8.8	10 Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar pada 2020 (Databoks.id)	309
Tabel 9.1	Pengelolaan Tanah Berkelanjutan	382
Tabel 9.2	Tabel Perawatan tanah berkelanjutan.....	387
Tabel 9.3	Perawatan tanah berkelanjutan dan Pengelolaan (Management) tanah berkelanjutan	389
Tabel 9.4	Tabel praktik umum perawatan, pengelolaan, dan konservasi tanah berkelanjutan	395
Tabel 9.5	Komponen utama penilaian kesehatan tanah	400
Tabel 9.6	Indikator, evaluasi dan efektivitas praktik pertanian.....	406
Tabel 10.1	Tabel indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait Revolusi Hijau	453
Tabel 10.2	Tabel indikator, teori, prinsip, dan penjelasan Terkait pertanian hijau	480

Tabel 10.3	Tabel indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait teknologi hijau pertanian.....	499
Tabel 10.4	Tabel perbandingan antara pertanian teknologi klasik dan teknologi modern.....	504

*Buku ini saya dedikasikan untuk
Rini, Istri tercinta Ananda Nayyara dan Nafizah.
Serta Mama tercinta Mina Walangke binti
La Ode La WALANGKE*



***Berjuanglah dengan tekun dan giat saat ini
untuk mencapai cita-cita dan
harapan masa depanmu***



**SUMBER DAYA LAHAN
SUSTAINABLE SOIL TREATMENT**

Ir. La Mema Parandy, S.T., M.M.



BAB 1

SELAYANG PANDANG TANAH PERTANIAN

Tanah Airku

Do = Bes
4/4, Larghetto

Ibu Sud

0 5 3 4 5 . 1 3 2 1 7 6 5 . . 5 1 3

Ta nah a ir ku ti dakkulu pa kan Kan ter ke
Wa lau pun ba nyakne geri ku ja lan i Yang su bur

4 2 . 1 7 7 6 7 1 . 0 1 1 7 6 6 6 1 7 6

nang se la ma hidup ku Biar pun sa ya per gi ja
per mai di ka ta o rang Te ta pi kam pung dan ru mah

7 5 . 0 3 4 5 7 6 . 2 3 4 3 . 0 5 1 . 7 6 6

uh Tidak kan hi lang da ri kal bu Ta nah ku yang ku
ku Di sa na lah ku ra sa se nang Ta nah ku tak ku

11 2 . 3 4 6 5 . 1 7 2 1 . 0 0

cin ta i eng kau ku har ga i
lu pa kan Eng kau kubang ga kan

Gambar 1.1 Tanah airku dan not angka¹

¹ Ibu Soed (26 Maret 1908 – 26 Mei 1993) yang punya nama asli Saridjah Niung adalah seorang pemusik, guru musik, pencipta lagu anak-anak, penyiar

**Tanah airku tidak ku lupakan
Kan ku kenang selama hidupku**

.....

**Tanah ku yang ku cintai
Engkau ku hargai**

Tanah dan air merupakan barang benda yang kita butuhkan sehari-hari. Tanah perlu dicintai dan perlu dihargai. Disinilah sumber kehidupan dan sumber pangan bagi umat manusia dan tempat berpijak dalam hidup ini. Siapa yang sering bergelut dengan tanah dan air sehari-hari? Mereka adalah petani.

A. Dari Bahasa Sansekerta

Kata petani berasal dari kata tani, yang merupakan bahasa sanskerta. Dalam bahasa Sanskerta, kata *tani* berarti *tanah yang ditanami*.

Kalau dalam bahasa Jawa artinya palemahan sing ditanduri. Jadi palemahan itu artinya pertanahan atau tanah, sing ditanduri itu yang ditanami,¹ jelas Guru Besar Ilmu Sejarah Universitas Diponegoro (Undip), Singgih Tri Sulistiyono.

Ketika mendapat imbuhan *pe'* di depannya, maka kata tani yang awalnya merupakan kata benda akan menjadi subjek. Seperti pelaut yang berasal dari kata laut, setelah mendapat imbuhan *pe'* maknanya berubah menjadi orang yang bekerja di laut. Atau pedagang, yang berarti orang yang pekerjaannya dagang atau berdagang.

Sama, petani juga seperti itu, artinya orang yang bekerja di tani atau di tanah yang ditanami. Atau bisa juga orang yang pekerjaannya mengolah tanah untuk ditanami,² lanjutnya.

radio, dramawan dan seniman batik Indonesia. Lagu-lagu yang diciptakan Ibu Soed sangat terkenal di kalangan pendidikan Taman Kanak-kanak Indonesia. Tanah Airku adalah lagu Indonesia yang ditulis oleh Ibu Sud. Lirik lagu ini berisi tentang keindahan alam Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Atas karya dan pengabdianannya, ibu Soed menerima penghargaan Satyalancana Kebudayaan dari pemerintah Indonesia dan MURI.

Bahasa sanskerta memang banyak diadopsi di kehidupan masyarakat Indonesia, seiring besarnya pengaruh India sejak awal Masehi baik melalui jalur perdagangan maupun melalui agama Hindu dan Buddha. Sehingga bahasa sanskerta cukup banyak memperkaya kosa kata bahasa di tengah masyarakat, terutama masyarakat Jawa.

Makanya kemudian sekitar zaman Majapahit, bahkan zaman Kediri, itu kan yang berkembang tidak hanya murni bahasa sanskerta, tetapi bahasa Jawa kuna atau bahasa kawi. Di sini kata tani juga diserap oleh bahasa Jawa kuna,¹ ujarnya.

Untuk menyebut orangnya atau pelakunya, dalam bahasa Jawa disebut among tani, atau orang yang mengolah tanah untuk ditanami. Sementara pekerjaannya disebut mertani atau dalam bahasa Indonesia bertani. Namun setelah bahasa Melayu dan bahasa Indonesia berkembang, untuk menunjukkan subjek adalah dengan memberikan imbuhan *pe'* di depannya.

Jadi petani, pelaut, pedagang. Jadi petani itu adalah orang yang bercocok tanam, orang yang mengolah tanah untuk ditanami. Tani sendiri awalnya lebih mengacu pada tanah, kan mirip juga tani dan tanah,¹ jelas Singgih.

Kata Petani pernah dipakai Slogan Bung Karno untuk menarik minat masyarakat dengan akronimnya —Penyangga Tatanan Negara Indonesia.¹ Bagi para petani, sebutan itu tentu sangat membanggakan, apalagi yang menyematkannya adalah presiden pertama Indonesia.

Apa yang dikatakan oleh Soekarno di awal-awal 50-an mengenai kepanjangan petani tersebut adalah sebuah retorika untuk mengambil hati para petani. Seperti yang sudah jamak diketahui, Soekarno memang sangat suka membuat akronim-akronim seperti Berdikari dari berdiri di atas kaki sendiri, Trikora dari Tri Komando Rakyat, Jasmerah dari jangan sampai melupakan sejarah, dan sebagainya. Demikian yang diungkapkan Prof. Dr. Singgih Tri Sulistiyono, M.Hum.²

² Prof. Dr. Singgih Tri Sulistiyono, M.Hum adalah Guru Besar ilmu Sejarah Universitas Diponegoro Semarang. Pernyataan beliau diungkapkan dalam wawancara dengan Kumparan Berita online. <https://kumparan.com/pandangan->

B. Sejarah Singkat Pertanian di Indonesia³

1. Era Abad ke-19

1811-1816: Sistem pajak tanah yang dikenalkan oleh Raffles telah membawa beberapa persoalan terhadap kaum feodal Jawa di daerah-daerah taklukan dan juga perubahan penting berupa sistem kepemilikan tanah oleh desa. Kekecewaan para feodal terhadap sistem ini telah mendorong lahirnya pemberontakan kerajaan. Pemberontakan ini kemudian lebih dikenal dengan Perang Jawa atau perang Diponegoro.

1830-1870: Era Tanam paksa (*cultuur stelsel*) Gubernur Jenderal Johannes van den Bosch mewajibkan setiap desa harus menyisihkan sebagian tanahnya (20%) untuk ditanami komoditi ekspor khususnya kopi, tebu, nila. Hasil tanaman ini akan dijual kepada pemerintah kolonial dengan harga yang sudah dipastikan dan hasil panen diserahkan kepada pemerintah kolonial. Penduduk desa yang tidak memiliki tanah harus bekerja 75 hari dalam setahun (20%) pada kebun-kebun milik pemerintah yang menjadi semacam pajak. Pada prakteknya peraturan itu dapat dikatakan tidak berarti karena seluruh wilayah pertanian wajib ditanami tanaman laku ekspor dan hasilnya diserahkan kepada pemerintahan Belanda. Wilayah yang digunakan untuk praktek *cultuur stelsel* pun tetap dikenakan pajak. Warga yang tidak memiliki lahan pertanian wajib bekerja selama setahun penuh di lahan pertanian. Tanam paksa adalah era paling eksploitatif dalam praktek ekonomi Hindia Belanda. Sistem tanam paksa ini jauh lebih keras dan kejam dibanding sistem monopoli VOC karena ada sasaran pemasukan penerimaan negara yang sangat dibutuhkan pemerintah. Petani yang pada jaman VOC wajib menjual komoditi tertentu pada VOC,

jogja-com/benarkah- soekarno-pencipta-kata-petani-sebagai-akronim-penyangga-tatanan-negara- 1tYpEVHmWjF/full diakses 12 Maret 2023

³ Dikutip dari laman resmi Pemerintah Kabupaten Grobogan dengan website <https://www.grobogan.go.id/info/artikel/588-sejarah-singkat-pertanian-di-indonesia> diakses 12 Maret 2023

kini harus menanam tanaman tertentu dan sekaligus menjualnya dengan harga yang ditetapkan kepada pemerintah. Aset tanam paksa inilah yang memberikan sumbangan besar bagi modal pada zaman keemasan kolonialis liberal Hindia- Belanda pada 1835 hingga 1940. Akibat sistem yang memakmurkan dan menyejahterakan negeri Belanda ini, Van den Bosch selaku penggagas dianugerahi gelar Graaf oleh raja Belanda, pada 25 Desember 1839.

1870: Lahirnya hukum agraria kolonial yang tertuang dalam Agrarische Wet 1870. Dalam aturan ini dijamin adanya Hak Erfpacht sampai selama 75 tahun, dan menjamin pemegang hak itu untuk menggunakan Hak Eigendom, serta memberi peluang kepada mereka dapat menggunakan tanahnya sebagai agunan kredit. Lahirnya Agrarische Wet 1870 dipengaruhi dan atas desakan kepentingan pemilik modal swasta Belanda untuk berbisnis perkebunan besar di negeri jajahannya. Sebelumnya, di masa cultuurstelsel, mereka hanya dibolehkan sebatas menyewa tanah. Dampak dari hukum kolonial terhadap rakyat tani Indonesia, hanya menghadirkan sejarah kelam kemelaratan, kemiskinan, keterbelakangan dan penindasan.

1890: Dimulainya —Politik Etnikl, yaitu gerakan oposisi kaum sosialis di Belanda yang kemudian berpengaruh kepada golongan-golongan Belanda–Hindia juga. Yaitu mulai diterapkan pelayanan kesehatan umum yang lebih baik, memperluas kesempatan menempuh pendidikan, serta memberikan otonomi desa yang lebih besar.

2. Era Sebelum Kemerdekaan (1900-1945)

1918: Berdiri Balai Besar Penyelidikan Pertanian (Algemeen Proefstation voor den Landbouw), yang kemudian semenjak tahun 1949 menjadi Jawatan Penyelidikan Pertanian, lalu 1952 menjadi Balai Besar Penyelidikan Pertanian / General Agriculture Experiment Station (Algemeen Proefstation voor den Landbouw).

Selanjutnya tahun 1966 menjadi Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, tahun 1980 berubah lagi menjadi Balai Penelitian Tanaman Bogor (Balittan), tahun 1994 menjadi Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan (Balitbio), tahun 2002 menjadi Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (Balitbiogen), dan terakhir tahun 2003 berganti nama menjadi Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB- Biogen).

3. Era 1945-1967

1960: Lahirnya UU No. 5/1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-pokok Agraria (UUPA) yaitu tanggal 24 September 1960. Kelahiran UUPA melalui proses panjang, memakan waktu 12 tahun. Dimulai dari pembentukan "Panitia Agraria Yogya" (1948), "Panitia Agraria Jakarta" (1951), "Panitia Soewahjo" (1955), "Panitia Negara Urusan Agraria" (1956), "Rancangan Soenarjo" (1958), "Rancangan Sadjarwo" (1960), akhirnya digodok dan diterima bulat Dewan Perwakilan Rakyat Gotong Royong (DPR-GR), yang kala itu dipimpin Haji Zainul Arifin. Kelahiran UUPA mengandung dua makna besar bagi kehidupan bangsa dan negara Indonesia. Pertama, UUPA bermakna sebagai upaya mewujudkan amanat Pasal 33 Ayat (3) UUD 1945 (Naskah Asli), yang menyatakan, "Bumi dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai negara dan digunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat". Kedua, UUPA bermakna sebagai penjungkirbalikan hukum agraria kolonial dan penemuan hukum agraria nasional yang bersendikan realitas susunan kehidupan rakyatnya. Tujuan UUPA pada pokoknya meletakkan dasar-dasar bagi penyusunan hukum agraria nasional, mengadakan kesatuan dan kesederhanaan dalam hukum pertanahan, dan meletakkan dasar-dasar kepastian hukum hak-hak atas tanah bagi seluruh rakyat. Semuanya semata-mata untuk mewujudkan kemakmuran, kebahagiaan, keadilan bagi negara dan rakyat, terutama rakyat tani, dalam menuju masyarakat adil dan makmur.

Sebenarnya apa yang tersurat maupun tersirat dari tujuan UUPA, pada hakikatnya merupakan kesadaran dan jawaban bangsa Indonesia atas keserakahan dan kekejaman hukum agraria kolonial.

4. Era Orde Baru (1967-1997)

1974: Dibentuk Badan Litbang Pertanian. Keppres tahun 1974 dan 1979 menetapkan bahwa Badan Litbang Pertanian sebagai unit Eselon I, membawahi 12 unit Eselon II, yaitu: 1 Sekretariat, 4 Pusat (Pusat Penyiapan Program, Pusat Pengolahan Data Statistik, Pusat Perpustakaan Biologi dan Pertanian, dan Pusat Karantina Pertanian) 2 Pusat Penelitian (Puslit Tanah dan Puslit Agro-Ekonomi), serta 5 Pusat Penelitian Pengembangan (Puslitbang Tanaman Pangan, Puslitbang Tanaman Industri, Puslitbang Kehutanan, Puslitbang Peternakan, dan Puslitbang Perikanan).

1980 : Berdirinya Departemen Koperasi secara khusus, untuk membantu golongan petani lemah di luar Jawa dan Bali untuk membangun usaha tani berskala lebih besar. Setelah koperasi diterima sebagai satuan ekonomi yang mendasar dalam mengembangkan ekonomi pribumi, dirangsang agar semua desa membentuk koperasi primer, namun demikian sejumlah masalah yang dihadapi adalah kekurangan modal, manajemen lemah, kesulitan menjangkau pasaran antara lain karena turut pedagang perantara. Koperasi dirasakan sebagai paksaan sehingga namanya pun yang sudah tercemar perlu dirubah menjadi BUUD.

1983: Berdasarkan Kepres No. 24 tahun 1983, terjadi reorganisasi di Badan Litbang Pertanian sehingga terdiri atas: Sekretariat, Pusat Data Statistik, Pusat Perpustakaan Pertanian, Puslit Tanah, Puslit Agro-Ekonomi, Puslitbang Tanaman Pangan, Puslitbang Tanaman Industri, Puslitbang Hortikultura, Puslitbang Peternakan, dan Puslitbang Perikanan.

1993: Sesuai dengan Keppres No. 83 tahun 1993 dibentuk Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) dan Loka Pengkajian Teknologi Pertanian (LPTP) yang tersebar di seluruh propinsi di Indonesia. Selain itu juga terjadi pembentukan 2 unit organisasi BPTP di 2 Propinsi, yaitu Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Banten, dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kepulauan Bangka Belitung (Kepmentan No. 633/Kpts/OT.140/12/2003).

5. Era Reformasi (1998 – Sekarang)

1998: Departemen Pertanian kehilangan arah. Hal ini dikarenakan pudarnya Pembangunan jangka Panjang ke 6 yang menjadi ciri khas tahap orientasi pemerintahan Orde Lama. Pada era ini rakyat sudah kehilangan kepercayaan kepada pemerintahan, meski tidak semuanya, tapi mendominasi. Dampak yang ditimbulkannya sangatlah besar. Kegiatan-kegiatan penyuluhan dan intensifikasi pertanian melambat. Dampak yang ditimbulkannya adalah rendahnya produktivitas pertanian tanaman pangan dan hortikultura.

2005: Pada tahun ini muncul rencana Pemerintah dalam melakukan revitalisasi pertanian di Indonesia. Hal ini ditindak lanjuti dengan UU No.16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Peternakan dan Kehutanan. Kemudian ditindaklanjuti dengan Peraturan Menteri Pertanian No.273 Tahun 2007 terkait tentang penjabaran Penyuluhan Pertanian. Konsentrasi peningkatan produksi dan produktivitas komoditas pertanian ini mengantarkan Indonesia mencapai swa sembada beras ke 2 pada tahun

2008: Hal ini ditunjang dengan penambahan tenaga penyuluh pertanian melalui Tenaga Harian Lepas Tenaga Bantu Penyuluh Pertanian (THL TBPP).

2010: Pertanian di Indonesia mengarah kepada pertanian organik. Pada awalnya pada tahun ini dicanangkan program pertanian organik, karena banyak hal tentang kekurangsiapan para petani di Indonesia menjadikan rencana pertanian organik diundur sampai 2014. Akan tetapi

pada tahun 2010 ini penggunaan pupuk kimia sudah mulai dikurangi, dan pertanian organik mulai digalakkan di beberapa daerah.

C. Pengertian Pertanian

Menurut Van Aarsten (1953)⁴, pertanian adalah digunakannya kegiatan manusia untuk memperoleh hasil yang berasal dari tumbuh- tumbuhan dan atau hewan yang pada mulanya dicapai dengan jalan sengaja menyempurnakan segala kemungkinan yang telah diberikan oleh alam guna mengembangkanbiakkan tumbuhan dan atau hewan tersebut. Pengertian dari pertanian adalah suatu kegiatan manusia yang termasuk didalamnya yaitu bercocok tanam, peternakan, perikanan dan juga kehutanan.⁵

Ilmu pertanian (*agricultural science*) adalah bidang kajian luas yang mempelajari pertanian. Sebagaimana rumpun ilmu kesehatan, bidang ini merupakan bagian dari rumpun ilmu-ilmu hayati (biosains) yang bersifat terapan dan multidisiplin. Dengan inti biologi, ilmu ini mendayagunakan pula matematika, statistika, ilmu pengetahuan alam, ilmu ekonomi dan sosial, serta berbagai teknologi dari rumpun keilmuan lainnya. Ilmu pertanian tidak serta- merta sama dengan pertanian maupun agronomi (ilmu pendayagunaan tanaman). Pertanian adalah serangkaian aktivitas yang mengubah lingkungan untuk menghasilkan produk hewani dan nabati yang bermanfaat bagi manusia. Agronomi adalah kajian yang terkait dengan budidaya serta pemanfaatan lain tanaman. Ilmu pertanian mencakup budidaya tumbuhan dan hewan, di darat maupun di air.

⁴ Aarsten, Van. 1953. *Pengertian Pertanian*. Di akses 20 Juli jam 20.00 di halaman website http://www.tokomesin.com/Pengertian_Pertanian.html

⁵ Dr. Herkulana Mekarryani S., M.Si, *Kajian Analisis Sistem Ladang Bergilir Dalam Pertanian Berkelanjutan Pada Era Globalisasi Di Kalimantan Barat*, <https://litbang.kalbarprov.go.id/artikel/artikel/kajian-analisis-sistem-ladang-bergilir-dalam-pertanian-berkelanjutan-pada-era-globalisasi-di-kalimantan-barat>

Ilmu pertanian mencakup riset dan pengembangan di bidang:

1. Metode produksi (misal manajemen irigasi, input nitrogen yang direkomendasikan)
2. Peningkatan produktivitas pertanian dalam hal kuantitas dan kualitas (seleksi tanaman dan hewan yang tahan kekeringan, pengembangan pestisida baru, teknologi penginderaan hasil, simulasi model pertumbuhan tanaman, kultur sel in vitro)
3. Pengubahan produk primer menjadi barang konsumsi (mulai dari produksi, pengawetan, dan pengepakan)
4. Pencegahan dan perbaikan kerusakan lingkungan (konservasi tanah, degradasi tanah, manajemen sampah, bioremediasi)
5. Ekologi produksi teoretis, terkait permodelan produksi tanaman
6. Peningkatan pertanian subsisten yang memberi makan sebagian besar orang miskin di dunia. Sistem ini menarik perhatian karena mempertahankan integrasi dengan sistem ekologi alam lebih baik dari pertanian industri, yang mungkin lebih berkelanjutan dibandingkan sistem pertanian modern
7. Produksi bahan pangan berdasarkan permintaan global. Lihat kebijakan pertanian.

Jika kita melihat urusan terkait pertanian, dalam struktur organisasi Kementerian Pertanian menangani banyak bidang di bawah direktorat antara lain:

1. **Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian** (disingkat **Ditjen PSP**) merupakan unsur pelaksana pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian Republik Indonesia. Ditjen PSP mempunyai tugas

menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan penyediaan prasarana dan sarana di bidang pertanian.⁶

Susunan organisasi

Ditjen PSP terdiri atas:⁷

- a. Sekretariat Direktorat Jenderal
- b. Direktorat Perluasan dan Perlindungan Lahan
- c. Direktorat Irigasi Pertanian
- d. Direktorat Pembiayaan Pertanian
- e. Direktorat Pupuk dan Pestisida
- f. Direktorat Alat dan Mesin Pertanian

2. **Direktorat Jenderal Tanaman Pangan** merupakan unsur pelaksana pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian Republik Indonesia. Ditjen Tanaman Pangan mempunyai tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang peningkatan produksi padi, jagung, kedelai, dan tanaman pangan lainnya.⁸

Susunan organisasi

Ditjen Tanaman Pangan terdiri atas:⁹

- a. Sekretariat Direktorat Jenderal
- b. Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan
- c. Direktorat Serealia
- d. Direktorat Aneka Kacang dan Umbi
- e. Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan
- f. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman Pangan

⁶ "Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2015". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2018-05-03. Diakses tanggal 2018-05-03.

⁷ "Peraturan Menteri Pertanian Nomor 40 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian". JDIH Kementerian Pertanian. Diakses tanggal 21 Mei 2021.

⁸ Ibid,6

⁹ Ibid,7

Unit pelaksana teknis

Ditjen Tanaman Pangan memiliki beberapa unit pelaksana teknis (UPT).

- a. Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan - Karawang
- b. Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura - Depok
- c. Balai Pengujian Mutu Produk Tanaman - Jakarta Selatan

3. **Direktorat Jenderal Hortikultura** merupakan unsur pelaksana pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian Republik Indonesia. Ditjen Hortikultura mempunyai tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang peningkatan produksi aneka cabai, bawang merah, aneka jeruk, dan tanaman hortikultura lainnya.

Susunan organisasi

Ditjen Hortikultura terdiri atas:

- a. Sekretariat Direktorat Jenderal
- b. Direktorat Perbenihan Hortikultura
- c. Direktorat Buah dan Florikultura
- d. Direktorat Sayuran dan Tanaman Obat
- e. Direktorat Perlindungan Hortikultura
- f. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura

4. **Direktorat Jenderal Perkebunan** (disingkat **Ditjenbun**) merupakan unsur pelaksana pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian Republik Indonesia. Ditjenbun mempunyai tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang peningkatan produksi tebu dan tanaman perkebunan lainnya.

Susunan organisasi

Ditjenbun terdiri atas:

- a. Sekretariat Direktorat Jenderal
- b. Direktorat Perbenihan Perkebunan
- c. Direktorat Tanaman Semusim dan Rempah
- d. Direktorat Tanaman Tahunan dan Penyegar
- e. Direktorat Perlindungan Perkebunan
- f. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perkebunan

Unit pelaksana teknis

Ditjenbun memiliki beberapa unit pelaksana teknis (UPT).

- a. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Medan
- b. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya
- c. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Ambon
- d. Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Pontianak

5. **Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan** (disingkat **Ditjen PKH**) merupakan unsur pelaksana pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian Republik Indonesia. Ditjen PKH mempunyai tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang peningkatan populasi dan produksi ternak serta kesehatan hewan.

Susunan organisasi

Ditjen PKH terdiri atas:

- a. Sekretariat Direktorat Jenderal
- b. Direktorat Perbibitan dan Produksi Ternak
- c. Direktorat Pakan
- d. Direktorat Kesehatan Hewan
- e. Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner
- f. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Peternakan

Unit pelaksana teknis

Ditjen PKH memiliki beberapa unit pelaksana teknis (UPT).¹⁰

- a. Pusat Veteriner Farma – Surabaya
- b. Balai Besar Pengujian Mutu dan Sertifikasi Obat Hewan Gunung Sindur, Bogor
- c. Balai Besar Veteriner Wates – Wates, Kulon Progo
- d. Balai Besar Veteriner Maros – Maros
- e. Balai Besar Veteriner Denpasar – Denpasar
- f. Balai Besar Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Baturraden – Banyumas
- g. Balai Besar Inseminasi Buatan Singosari – Malang
- h. Balai Inseminasi Buatan Lembang – Bandung Barat
- i. Balai Embrio Ternak Cipelang – Kabupaten Bogor
- j. Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan – Kota Bogor
- k. Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Pakan – Kabupaten Bekasi
- l. Balai Veteriner Medan – Medan
- m. Balai Veteriner Bukittinggi – Bukittinggi
- n. Balai Veteriner Bandar Lampung – Bandar Lampung
- o. Balai Veteriner Banjarbaru – Banjarbaru
- p. Balai Veteriner Subang – Subang
- q. Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Indrapuri – Aceh Besar
- r. Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Siborong-Borong – Tapanuli Utara
- s. Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Padang Mangatas – Lima Puluh Kota
- t. Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Sembawa – Banyu Asin
- u. Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Pelaihari – Tanah Laut

¹⁰ "Website Unit Pelayanan Teknis (UPT) Lingkup Ditjen PKH". Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2021-05-20. Diakses tanggal 20 Mei 2021.

- v. Balai Pembibitan Ternak Unggul dan Hijauan Pakan Ternak Denpasar – Denpasar
- w. Loka Veteriner Jayapura – Jayapura

6. Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (disingkat **BSIP**) adalah salah satu unit Eselon I pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang mempunyai tugas menyelenggarakan koordinasi, perumusan, penerapan, dan pemeliharaan, serta harmonisasi standar instrumen pertanian.

Sejarah

Pada 21 September 2022, Presiden Joko Widodo menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 117 Tahun 2022 tentang Kementerian Pertanian. Di dalamnya dijelaskan bahwa BSIP merupakan salah satu bagian dalam susunan organisasi Kementerian Pertanian. Secara garis besar, BSIP merupakan pengganti dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (disingkat Badan Litbang Pertanian) setelah unsur riset dari setiap kementerian dan lembaga di pemerintahan disatukan ke Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).¹¹ Badan Litbang Pertanian didirikan pada tahun 1974 dan sebelum disatukan ke dalam BRIN, Badan Litbang Pertanian memiliki 5 Pusat Penelitian Pengembangan (Puslitbang), yaitu Puslitbang Tanaman Pangan, Puslitbang Tanaman Industri, Puslitbang Kehutanan, Puslitbang Peternakan, dan Puslitbang Perikanan.

Tugas dan fungsi

Badan Standardisasi Instrumen Pertanian bertugas menyelenggarakan koordinasi, perumusan, penerapan, dan pemeliharaan, serta harmonisasi standar instrumen

¹¹"Kementan membentuk Badan Standardisasi Instrumen Pertanian". *Antara News*. 20 Desember 2022. Diakses tanggal 6 Februari 2023.

pertanian. Dalam melaksanakan tugas tersebut, BSIP menyelenggarakan fungsi:¹²

- a. Penyusunan kebijakan teknis perencanaan dan program, perumusan, penerapan, dan pemeliharaan, serta harmonisasi standar instrumen pertanian
- b. Pelaksanaan koordinasi, perumusan, penerapan, dan pemeliharaan serta harmonisasi standar instrumen pertanian
- c. Pemantauan, evaluasi, dan pelaporan pelaksanaan koordinasi, perumusan, penerapan, dan pemeliharaan serta harmonisasi standar instrumen pertanian
- d. Pelaksanaan tugas administrasi BSIP; dan
- e. Pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh menteri.

Susunan organisasi

Badan Standardisasi Instrumen Pertanian terdiri atas:¹³

- a. Sekretariat Badan
- b. Pusat Standardisasi Instrumen Tanaman Pangan
- c. Pusat Standardisasi Instrumen Hortikultura
- d. Pusat Standardisasi Instrumen Perkebunan
- e. Pusat Standardisasi Instrumen Peternakan dan Kesehatan Hewan

Unit pelaksana teknis

Badan Standardisasi Instrumen Pertanian memiliki sejumlah unit pelaksana teknis (UPT):¹⁴

- a. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Padi (BBPSI Padi)— Subang

¹² Pemerintah Indonesia (2022), *Peraturan Presiden Nomor 117 Tahun 2022 tentang Kementerian Pertanian*, Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara

¹³ Kementerian Pertanian (2022), *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 19 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian*, Jakarta: Kementerian Pertanian

¹⁴ Kementerian Pertanian (2023), *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13 Tahun 2023 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Lingkup Badan Standardisasi Instrumen Pertanian*, Jakarta: Kementerian Pertanian

- b. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Veteriner (BBPSI Veteriner) – Bogor
- c. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Sumber Daya Lahan Pertanian (BBPSI SDLP) – Bogor
- d. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Mekanisasi Pertanian (BBPSI Mektan) – Tangerang
- e. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Pascapanen Pertanian (BBPSI Pascapanen) – Bogor
- f. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BBPSI Biogen) – Bogor
- g. Balai Besar Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BBPSIP) – Bogor
- h. Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian (BPSIP) – Setiap provinsi di Indonesia
- i. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Aneka Kacang (BPSI Tanaman Aneka Kacang) – Malang
- j. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Serealia (BPSI Tanaman Serealia) – Maros
- k. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Sayuran (BPSI Tanaman Sayuran) – Bandung Barat
- l. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Buah Tropika (BPSI Tanaman Buah Tropika) – Solok
- m. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Hias (BPSI Tanaman Hias) – Cianjur
- n. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (BPSI Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika) – Batu
- o. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Rempah, Obat, dan Aromatik (BPSI Tanaman Rempah, Obat, dan Aromatik) – Bogor
- p. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Industri dan Penyegar (BPSI Tanaman Industri dan Penyegar) – Sukabumi
- q. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Pemanis dan Serat (BPSI Tanaman Pemanis dan Serat) – Malang

- r. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Palma (BPSI Tanaman Palma) – Minahasa Utara
- s. Balai Pengujian Standar Instrumen Unggas dan Aneka Ternak (BPSI Unggas dan Aneka Ternak) – Bogor
- t. Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk (BPSI Tanah dan Pupuk) – Bogor
- u. Balai Pengujian Standar Instrumen Lingkungan Pertanian (BPSI Lingkungan Pertanian) – Pati
- v. Balai Pengujian Standar Instrumen Pertanian Lahan Rawa (BPSI Pertanian Lahan Rawa) – Banjarbaru
- w. Balai Pengujian Standar Instrumen Agroklimat dan Hidrologi Pertanian (BPSI Agroklimat dan Hidrologi Pertanian) – Bogor
- x. Balai Informasi Standar Instrumen Pertanian (BISIP) – Bogor
- y. Loka Pengujian Standar Instrumen Tanaman Aneka Umbi (LPSI Tanaman Aneka Umbi) – Sidenreng Rappang
- z. Loka Pengujian Standar Instrumen Ruminansia Besar (LPSI Ruminansia Besar) – Pasuruan
- aa. Loka Pengujian Standar Instrumen Ruminansia Kecil (LPSI Ruminansia Kecil) – Deli Serdang

7. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian merupakan unsur pendukung pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Menteri Pertanian Republik Indonesia.¹⁵

8. Badan Karantina Pertanian (disingkat Barantan) adalah Lembaga pemerintah yang berada di bawah Kementerian Pertanian Republik Indonesia yang bertugas untuk menyelenggarakan perkarantinaaan pertanian & pengawasan keamanan hayati.¹⁶

¹⁵ "Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2015". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2018-05-03. Diakses tanggal 2018-05-03.

¹⁶ Barantan (2020), hlm. 14

Sejarah Terminologi

Kata karantina berasal dari bahasa Italia, *quaranta giorni*, yang artinya empat puluh hari. Istilah ini muncul pada abad ke-14 saat terjadi wabah maut hitam (*black death*) yang menewaskan sepertiga hingga dua pertiga penduduk Eropa. Sistem karantina pun digunakan untuk mencegah penyebaran penyakit tersebut. Pada masa itu, kapal-kapal penumpang yang datang dari wilayah lain dilarang langsung berlabuh. Para pendatang ini harus menunggu selama empat puluh hari di suatu pulau yang telah ditentukan untuk memastikan bahwa mereka tidak tertular *black death*. Walaupun pada awalnya karantina dibuat untuk mencegah penyebaran penyakit pada manusia, namun pada perkembangan selanjutnya, konsep karantina juga digunakan untuk mencegah penyebaran penyakit pada hewan dan tumbuhan.

Sebelum Kemerdekaan

Penyelenggaraan karantina pertanian di Indonesia telah berlangsung sejak zaman penjajahan Hindia Belanda. Hal ini diawali oleh adanya penyebaran penyakit karat daun kopi yang disebabkan oleh cendawan *Hemileia vastatrix* dari Sri Lanka. Pemerintah kolonial berusaha untuk mencegah masuknya penyakit tersebut ke Indonesia untuk melindungi perkebunan kopi yang menjadi salah satu sumber pendapatan utama mereka dengan cara menerbitkan Ordonansi 19 Desember 1877 (*Staatsblad No. 262*) yang melarang pemasukan tanaman kopi dan biji kopi dari Sri Lanka. Ordonansi tersebut merupakan pertama kali yang dikeluarkan pemerintah Hindia Belanda dalam bidang perkarantinaan tumbuhan di Indonesia.¹⁷

Setelah Kemerdekaan

Setelah kemerdekaan negara Republik Indonesia, urusan perkarantinaan pertanian berada di bawah tanggung jawab Departemen Pertanian dengan fungsi karantina hewan

¹⁷ "Sejarah". *Badan Karantina Pertanian*. Diakses tanggal 11-06-2019.

dan karantina tumbuhan berada di bawah unit yang berbeda. Pada tahun 1992 diterbitkan Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan yang menjadi dasar hukum pelaksanaan karantina hewan, ikan, dan tumbuhan di Indonesia. Terdapat tiga buah Peraturan Pemerintah yang selanjutnya diterbitkan untuk menjalankan Undang-Undang tersebut, yaitu:

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2000 Tentang Karantina Hewan,
Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2002 tentang Karantina Tumbuhan, dan
Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2002 tentang Karantina Ikan.

Pada 27 September 2001, karantina ikan diserahterimakan dari Departemen Pertanian ke Departemen Kelautan dan Perikanan. Terbitnya Keputusan Presiden Nomor 58 Tahun 2001 menyatakan lahirnya Badan Karantina Pertanian sebagai unit eselon Ia di Departemen Pertanian.¹⁸

Sejak tahun 2008, tepatnya setelah terbit Peraturan Menteri Pertanian Nomor 22/Permentan/OT.140/4/2008 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Karantina Pertanian, terjadi penggabungan antara karantina hewan dan karantina tumbuhan menjadi karantina pertanian dalam kerangka operasional di lapangan. Mulai saat itu, terbentuk 52 Unit Pelaksana Teknis Karantina Pertanian yang tersebar di seluruh Indonesia.

Setelah puluhan tahun diterapkan, beberapa ketentuan dalam Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1992 dianggap sudah tidak sesuai dengan perkembangan dan kebutuhan hukum di masyarakat sehingga perlu diganti. Oleh karena itu, pada tahun 2019 diterbitkan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan

¹⁸ *Ibid.*

untuk menggantikan Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1992.

Tugas dan Fungsi

Badan Karantina Pertanian mempunyai tugas menyelenggarakan perkarantinaan pertanian dan pengawasan keamanan hayati. Dalam melaksanakan tugas tersebut, Badan Karantina Pertanian menyelenggarakan fungsi:¹⁹

- a. Penyusunan kebijakan teknis, rencana dan program perkarantinaan hewan dan tumbuhan, serta pengawasan keamanan hayati;
- b. Pelaksanaan perkarantinaan hewan dan tumbuhan, serta pengawasan keamanan hayati;
- c. Peningkatan sistem perkarantinaan hewan dan tumbuhan serta pengawasan keamanan hayati;
- d. Pemantauan, evaluasi dan pelaporan pelaksanaan perkarantinaan hewan dan tumbuhan, serta pengawasan keamanan hayati;
- e. Pelaksanaan administrasi Badan Karantina Pertanian; dan
- f. Pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Menteri.

Tujuan

Penyelenggaraan karantina pertanian ditujukan untuk:²⁰

- a. Mencegah masuknya hama dan penyakit hewan karantina (HPHK) dan organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK) dari luar negeri ke dalam wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia;
- b. Mencegah tersebarnya HPHK serta OPTK dari suatu area ke area lain di dalam wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia;

¹⁹ "Profil Organisasi". *Badan Karantina Pertanian*. Diakses tanggal 11-06-2019

²⁰ UU 21/2019, Pasal 7.

- c. Mencegah keluarnya HPHK serta organisme pengganggu tumbuhan dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia;
- d. Mencegah masuk atau keluarnya pangan dan pakan yang tidak sesuai dengan standar keamanan dan mutu;
- e. Mencegah masuk dan tersebarnya agensia hayati, jenis asing invasif, dan produk rekayasa genetik yang berpotensi mengganggu kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, dan kelestarian lingkungan; dan
- f. Mencegah keluar atau masuknya tumbuhan dan satwa liar, tumbuhan dan satwa langka, serta sumber daya genetik dari wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia atau antararea di dalam wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang tidak sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Susunan organisasi

Susunan organisasi kantor pusat Badan Karantina Pertanian yaitu:²¹

Pimpinan: Kepala Badan Karantina Pertanian

- a. Sekretariat Badan
- b. Bagian Umum
- c. Pusat Karantina Hewan dan Keamanan Hayati Hewani
- d. Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati
- e. Pusat Kepatuhan, Kerjasama, Informasi & Perkarantinaaan

Namun untuk urusan perikanan dan budidaya perikanan dibawah pengawasan **Kementerian Kelautan dan Perikanan** (disingkat KKP).

Perikanan berasal dari kata dasar *ikan* yang berimbuhan *pe* dan *an* yang berarti segala kegiatan yang berhubungan dengan ikan. Perikanan adalah kegiatan

²¹ Kementerian Pertanian RI (03-08-2015), Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/Permentan/OT.010/8/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian (PDF), Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia, diarsipkan dari versi asli (PDF) tanggal 2019-11-04, diakses tanggal 2019-06-11

manusia yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya hayati perairan. Sumberdaya hayati perairan tidak dibatasi secara tegas dan pada umumnya mencakup ikan, amfibi, dan berbagai avertebrata penghuni perairan dan wilayah yang berdekatan, serta lingkungannya. Di Indonesia, menurut UU RI No. 31/2004, sebagaimana telah diubah dengan UU RI No. 45/2009, kegiatan yang termasuk dalam perikanan dimulai dari praproduksi, produksi, pengolahan sampai dengan pemasaran, yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan.²² Dengan demikian, perikanan dapat dianggap merupakan usaha agribisnis.

Umumnya, perikanan dimaksudkan untuk kepentingan penyediaan pangan bagi manusia. Selain itu, tujuan lain dari perikanan meliputi olahraga, rekreasi (pemancingan ikan), dan mungkin juga untuk tujuan membuat perhiasan atau mengambil minyak ikan.²³

Usaha perikanan adalah semua usaha perorangan atau badan hukum untuk menangkap atau membudidayakan (usaha penetasan, pembibitan, pembesaran) ikan, termasuk kegiatan menyimpan, mendinginkan, pengeringan, atau mengawetkan ikan dengan tujuan untuk menciptakan nilai tambah ekonomi bagi pelaku usaha (komersial/bisnis).

²² Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009.

²³ Castro, P. and M. Huber. (2003). *Marine Biology*. 4th ed. Boston: McGraw Hill.

Sejarah Perikanan



Gambar 1.2 Mesir membawa ikan, dan dibelah untuk tujuan diasinkan

Salah satu sejarah perdagangan dunia yang tertua yaitu perdagangan ikan cod kering dari daerah Lofoten ke bagian selatan Eropa, Italia, Spanyol dan Portugal. Perdagangan ikan ini dimulai pada periode Viking atau sebelumnya, yang telah berlangsung lebih dari 1000 tahun, namun masih merupakan jenis perdagangan yang penting hingga sekarang.

Di India, *Pandyas*, kerajaan Tamil Dravidian tertua, dikenal dengan tempat perikanan mutiara diambil sejak satu abad sebelum masehi. Pelabuhan *Tuticorin* dikenal dengan perikanan mutiara laut dalam. *Paravas*, bangsa Tamil yang berpusat di *Tuticorin*, berkembang menjadi masyarakat yang makmur oleh karena perdagangan mutiara mereka, pengetahuan ilmu pelayaran dan perikanan.

Pengelolaan sumberdaya ikan

Pengelolaan sumberdaya ikan adalah semua upaya termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan, alokasi sumberdaya ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di bidang perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah atau otoritas lain yang diarahkan yang bertujuan agar sumberdaya ikan dapat dimanfaatkan secara optimal dan mencapai kelangsungan produktivitas sumberdaya hayati perairan yang terus menerus.

Penangkapan ikan

Penangkapan ikan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memperoleh ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau cara apapun, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal penangkapan ikan untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, mengolah, atau mengawetkannya. Usaha perikanan yang bekerja di bidang penangkapan tercakup dalam kegiatan perikanan tangkap (*wild fishery*).

Pembudidayaan ikan

Pembudidayaan ikan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan dan/atau membiakkan ikan, dan memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol.^[1] Usaha perikanan yang berupa produksi hasil perikanan melalui budi daya dikenal sebagai perikanan budi daya atau budi daya perairan (*aquaculture/akuakultur*).

Ilmu pertanian dan krisis pertanian

Ilmu pertanian bertujuan untuk memberi makan populasi dunia sambil mencegah masalah keamanan hayati yang mampu mempengaruhi kesehatan manusia dan lingkungan. Hal ini membutuhkan manajemen yang baik terhadap sumber daya alam dan menghargai lingkungan.

Aspek ekonomi, lingkungan, dan aspek sosial dari ilmu pertanian adalah subjek yang terus diperdebatkan. Krisis terbaru seperti flu burung dan penyakit sapi gila serta isu organisme termodifikasi secara genetik menggambarkan kompleksnya dunia pertanian yang harus ditangani dengan ilmu pertanian, secara sosial maupun eksakta.

Bidang ilmu terkait pertanian

• Akuakultur • Agrofisika • Agrologi • Agroklimatologi • Agrometeorologi • Agronomi • Botani • Ekologi produksi teoretis • Hortikultura • Pemuliaan tanaman • Pupuk • Diversifikasi pertanian • Ekonomi pertanian • Filosofi pertanian • Geografi pertanian • Ilmu lingkungan	• Ilmu pangan • Nutrisi manusia • Ilmu peternakan • Nutrisi hewan • Pemuliaan hewan • Ilmu tanah • Irigasi dan manajemen air • Kimia pertanian • Manajemen sampah • Pemasaran pertanian • Teknik biologis • Mikrobiologi • Rekayasa genetika • Teknik pertanian
---	---

D. Masalah Pertanian di Indonesia

Indonesia terkenal sebagai negara agraris karena sebagian penduduknya bekerja di sektor pertanian. Di dalamnya, petani merupakan pelaku utama dalam sektor pertanian yang berperan penting dalam mewujudkan ketahanan pangan. Melalui petani, kebutuhan pangan rumah tangga hingga bahan baku industri dapat terpenuhi dengan baik. Namun, petani seringkali dihadapkan dengan berbagai permasalahan yang rumit. Dan tak jarang permasalahan tersebut justru menyebabkan kerugian yang besar bagi mereka. Tak tanggung-tanggung, masalah tersebut muncul setiap tahun dan masih menjadi misteri dalam penyelesaiannya. Permasalahan menahun di pertanian²⁴ antara lain:

²⁴Sumber:<https://tanjungmeru.kecutowinangun.kebumenkab.go.id/index.php/web/artikel/4/547> diakses 12 Maret 2023

1. Pertanian dipandang sebelah mata

Stigmatisasi masyarakat masih banyak menganggap bahwa pertanian hanya berujung kepada mencangkul saja. Sehingga terkesan sektor pertanian adalah jorok dan miskin. Citra sektor pertanian yang tampak kotor dan miskin didasari oleh tidak adanya bukti kuat yang mengatakan bahwa bertani itu menjanjikan. Bukan berarti seluruh petani itu miskin. Namun, kebanyakan ekonomi petani masih termasuk kelas menengah ke bawah.

2. Krisis regenerasi petani muda

Rendahnya minat regenerasi muda untuk terjun ke dunia pertanian terlihat dari statistik sebesar 61% petani berusia >45 tahun. Padahal, generasi muda adalah generasi penerus sekaligus kunci keberhasilan sektor pertanian. Jika tidak segera ditangani, ketahanan pangan nasional akan sulit dicapai bangsa ini. Salah satu program yang mulai banyak digerakkan adalah modernisasi pada pertanian itu sendiri sehingga tampak lebih baik. Pertanian digital adalah hal yang menarik untuk mengubah citra pertanian menjadi bisnis yang menarik.

3. Rantai niaga yang merugikan petani

Kesenjangan pembagian keuntungan yang didapat antara petani dan distributor, petani yang paling banyak dirugikan. Hasil yang didapat tidak sebanding dengan resiko yang dialami petani. Kondisi demikian yang menyebabkan pekerjaan sebagai petani tampaknya tidak menjanjikan. Keuntungannya tak seberapa, belum lagi dihitung dengan kerugian ketika cuaca tidak mendukung ataupun serangan hama. Untuk itu, diperlukan sarana yang mampu memotong rantai perniagaan yang cukup panjang untuk komoditas pertanian. Harapannya, petani mampu menyediakan produknya secara langsung ke konsumen sehingga keuntungan yang diperoleh petani pun meningkat.

4. Teknik budi daya kurang presisi

Presisi yang dimaksud di sini adalah bertani dengan teknik yang benar dan tepat guna. Di lapangan, pertanian dilakukan berdasarkan naluri dan pengalaman. Jarang sekali petani di Indonesia yang berasal dari kalangan terdidik yang sudah memiliki bekal pengetahuan yang cukup tentang pertanian. Misalnya, pemberian pupuk dengan dosis yang tepat, penanganan hama yang benar, ataupun proses pasca panen yang seharusnya dilakukan sehingga nilai jual produk lebih tinggi. Selain itu, benih yang digunakan sebagai bahan tanam bukanlah benih bersertifikat. Idealnya, pemerintah melalui kelembagaan pertanian melengkapi pengetahuan masyarakat tani dengan menurunkan penyuluh pertanian. Benar, program ini sudah berjalan. Namun, tak jarang pula, penyuluh kurang menguasai masalah pertanian itu sendiri. Alhasil, petani pun bersikeras dengan pengetahuan yang dimilikinya

5. Modal bagi petani

Kesulitan yang juga sering menimpa petani adalah mencari modal. Usaha tani yang tidak bisa memberikan kepastian, yakni bergantung pada alam, menyebabkan pemberi kredit enggan mengeluarkan uang kepada wirausahawan di bidang pertanian.

6. Alih fungsi lahan

Banyak terjadi di pulau Jawa, padatnya penduduk dengan tingkat kebutuhan yang tinggi menyebabkan lahan-lahan pertanian diubah menjadi perumahan dan gedung-gedung bertingkat. Produktivitas yang tidak seberapa ditambah dengan lahan yang semakin sempit menyebabkan perekonomian petani semakin terhimpit. Selain masalah di atas, pastinya masih banyak masalah lainnya yang perlu segera untuk diselesaikan. Penyelesaian masalah tersebut tentunya harus didukung oleh seluruh elemen masyarakat yang terlibat mulai dari petani hingga pemerintah.

Selain permasalahan diatas masih ada lagi yaitu:

1. Teknologi pertanian modern
2. Persoalan pupuk, dan
3. Soal pemasaran hasil pertanian²⁵

Permasalahan lain yang urgen yang akan dibahas pada buku ini adalah Lahan pertanian atau yang kita kenal dengan sebutan Sumber Daya Lahan. Permasalahan muncul antara lain:

1. Lahan irigasi
2. Konversi Lahan ke non pertanian
3. Kesehatan Lahan
4. Luas kepemilikan lahan yang sempit

Itu memerlukan pemecahan yang komprehensif dan sustainable sehingga menguntungkan pertanian khususnya petani dan masyarakat umum (rakyat) Indonesia. Untuk membahas permasalahan tersebut akan dikupas per bagian di buku ini secara detail dan luas.

²⁵ Sumber: <https://misekta.id/news/permasalahan-yang-terjadi-pada-sektor-sosial-ekonomi-pertanian-indonesia> diakses 12 Maret 2023

BAB 2

MENGENAL TANAH & PENGARUH GEOGRAFIS - IKLIM

Tanah merupakan tempat berpijak sejak jutaan tahun lalu. Tanah tempat hidup bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Tumbuhan bisa hidup karena ada tanah, hewan bisa hidup juga karena ada tanah, demikian juga pada manusia bisa hidup karena ada tanah sebagai Host (pusat jaringan hidup).

Setelah sekian tahun kita hidup di atas tanah (bumi), apakah kita mengenal apa itu tanah.

A. Tanah

Tanah (bahasa Yunani: pedon; bahasa Latin: solum) adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik.²⁶

Tanah sangat vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan unsur hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernapas dan tumbuh. Tanah juga menjadi habitat hidup berbagai mikroorganisme. Bagi sebagian

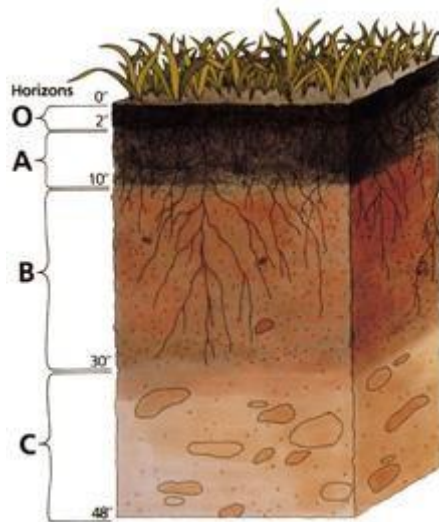
²⁶ Russanti, Irma (2019). *Eksplorasi Batik Tanah*. Pantera Publishing. hlm. 16. ISBN 9786026013736.

besar hewan darat, tanah menjadi lahan untuk hidup dan bergerak.^{27 28}

Ilmu yang mempelajari berbagai aspek mengenai tanah dikenal sebagai ilmu tanah.

Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah sendiri juga dapat tererosi.²⁹

Komposisi tanah berbeda-beda pada satu lokasi dengan lokasi yang lain. Air dan udara merupakan bagian dari tanah.



Gambar 2.1 Profil tanah, memperlihatkan beberapa horizon

²⁷ Idham (2021). *Konstitusionalisme tanah hak milik di atas tanah hak pengelolaan*. Penerbit Alumni. hlm. 123.

²⁸ Robert J. Kodoatie, Dirmawan, Christine Mayavani (2021). *Tata Ruang Sungai Aluvial dan Sungai Non-Aluvial CAT dan Non-CAT*. Penerbit Andi. hlm. 107. ISBN 9786230103056.

²⁹ Kurniawan, Aris (2022). "Pengertian Tanah Beserta Proses Dan Fungsinya". gurupendidikan.co.id. Diakses tanggal 2022-05-31.

B. Pembentukan Tanah (Pedogenesis)

Tanah berasal dari pelapukan batuan dengan bantuan organisme, membentuk tubuh unik yang menutupi batuan.³⁰ Proses pembentukan tanah dikenal sebagai "pedogenesis". Proses yang unik ini membentuk tanah sebagai tubuh alam yang terdiri atas lapisan- lapisan atau disebut sebagai horizon tanah. Setiap horizon menceritakan mengenai asal dan proses-proses fisika, kimia, dan biologi yang telah dilalui tubuh tanah tersebut.

Hans Jenny (1899-1992), seorang pakar tanah asal Swiss yang bekerja di Amerika Serikat, menyebutkan bahwa tanah terbentuk dari bahan induk yang telah mengalami modifikasi/ pelapukan akibat dinamika faktor iklim, organisme (termasuk manusia), dan relief permukaan bumi (topografi) seiring dengan berjalannya waktu. Berdasarkan dinamika kelima faktor tersebut terbentuklah berbagai jenis tanah dan dapat dilakukan klasifikasi tanah.³¹

Tanah terbentuk dari batuan dan batuan memerlukan waktu jutaan tahun untuk berubah menjadi tanah. Batuan menjadi tanah karena pelapukan yaitu proses hancurnya batuan menjadi tanah. Batuan dapat mengalami pelapukan karena berbagai faktor, di antaranya cuaca dan kegiatan makhluk hidup. Faktor cuaca yang menyebabkan pelapukan batuan, misalnya suhu dan curah hujan.

Pelapukan yang disebabkan oleh faktor cuaca ini disebut pelapukan fisika. Adapun makhluk hidup yang menyebabkan pelapukan, misalnya pepohonan dan lumut yang disebut pelapukan biologi. Tanah terbentuk dari beberapa faktor: batuan, iklim, jasad hidup, topografi dan waktu. Adanya berbagai perbedaan dari faktor- faktor tersebut, maka proses pelapukan dan pembentukan tanah berbeda-beda. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan jenis tanah antara satu daerah dengan daerah lainnya.

³⁰ Susanto, Heru (2013). *Bijak Meminjam dan Menggunakan Uang Bank*. Elex Media Komputindo. hlm. 259. ISBN 9786020220949.

³¹ Olilingo, Fachrudin Zain (2017). *Potensi Investasi di Provinsi Gorontalo*. Deepublish. hlm. 102. ISBN 9786024535476

C. Pedologi

Pedologi adalah ilmu yang mempelajari berbagai aspek geologi tanah. Di dalamnya ditinjau berbagai hal mengenai pembentukan tanah (pedogenesis), morfologi tanah (sifat dan ciri fisika dan kimia), dan klasifikasi tanah. Istilah ini dipinjam dari bahasa Inggris, *pedology*, yang membentuknya dari dua kata bahasa Yunani: *pedon* ("tanah") dan *logos* ("lambang", "pengetahuan"). Pedologi merupakan satu dari dua cabang utama ilmu tanah, selain edafologi (ilmu kesuburan tanah).

D. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah memiliki berbagai versi. Terdapat kesulitan teknis dalam melakukan klasifikasi untuk tanah karena banyak hal yang memengaruhi pembentukan tanah. Selain itu, tanah adalah benda yang dinamis sehingga selalu mengalami proses perubahan. Tanah terbentuk dari batuan yang aus/lapuk akibat terpapar oleh dinamika di lapisan bawah atmosfer, seperti dinamika iklim, topografi/geografi, dan aktivitas organisme biologi. Intensitas dan selang waktu dari berbagai faktor ini juga berakibat pada variasi tampilan tanah.

Dalam melakukan klasifikasi tanah para ahli pertama kali melakukannya berdasarkan ciri fisika dan kimia, serta dengan melihat lapisan-lapisan yang membentuk profil tanah. Selanjutnya, setelah teknologi jauh berkembang para ahli juga melihat aspek batuan dasar yang membentuk tanah serta proses pelapukan batuan yang kemudian memberikan ciri-ciri khas tertentu pada tanah yang terbentuk.

Berdasarkan kriteria itu, ditemukan banyak sekali jenis tanah di dunia. Untuk memudahkannya, sering kali para ahli melakukan klasifikasi secara lokal. Untuk Indonesia misalnya dikenal sistem klasifikasi Dudal-Soepraptohardjo (1957-1961)³² yang masih dirujuk hingga saat ini di Indonesia untuk kepentingan pertanian, khususnya dalam versi yang

³² Dudal, R., and M. Soepraptohardjo. 1957. *Soil Classification in Indonesia*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimatologi, Bogor

dimodifikasi oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) pada tahun 1978 dan 1982.

Pada tahun 1975 dirilis sistem klasifikasi USDA (Departemen Pertanian AS). Sistem ini dibuat karena sistem-sistem klasifikasi lama saling tumpang tindih dalam penamaan akibat perbedaan kriteria. Dalam pemakaiannya, sistem USDA memberikan kriteria yang jelas dibandingkan sistem klasifikasi lain, sehingga sistem USDA ini biasa disertakan dalam pengklasifikasian tanah untuk mendampingi penamaan berdasarkan sistem FAO atau PPT (Pusat Penelitian Tanah). Kelemahan dari sistem ini, khususnya untuk negara berkembang, adalah kriterianya yang sangat mendasarkan pada analisis laboratorium yang rinci, sehingga para praktisi sulit untuk mendefinisikan langsung di lapangan. Walaupun demikian, sistem USDA sangat membantu karena memakai sistem penamaan yang konsisten.

Untuk komunikasi di antara para ahli tanah dunia, Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) telah mengembangkan sistem klasifikasi tanah pula sejak 1974. Pada tahun 1998 kemudian disepakati dipakainya sistem klasifikasi WRB dari World Reference Base for Soil Resources, suatu proyek bentukan FAO, untuk menggantikan sistem ini. Versi terbaru dari sistem WRB dirilis pada tahun 2007.

E. Sistem Klasifikasi Dudal-Soepraptohardjo

Taksonomi tanah berdasarkan sistem Dudal-Soepraptohardjo mendasarkan pada penampilan profil tanah dan sejumlah ciri-ciri fisika dan kimia. Dasar sistem ini adalah dari Rudi Dudal, ahli tanah dari Belgia, yang dimodifikasi untuk situasi Indonesia oleh M. Soepraptohardjo. Sistem ini disukai oleh pekerja lapangan pertanian karena mudah untuk diterapkan di lapangan. Versi aslinya dirilis pada tahun 1957. Modifikasinya dilakukan oleh Pusat Penelitian Tanah pada tahun 1978 dan 1982. Sistem ini (dan modifikasinya) berlaku khusus untuk Indonesia, dengan mengadopsi beberapa sistem

internasional, khususnya dalam penamaan dan pemberian kriteria.

Berikut adalah klasifikasi tanah Indonesia menurut sistem Dudal-Soeprattohardjo (D-S), diberikan dengan padanannya menurut empat sistem klasifikasi lain.

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Indonesia Sistem Dudal-Soeprattohardjo (D-S)

Dudal-Soeprattohardjo (D-S) (1957-1961)	Modifikasi PPT atas D-S (1978/1982)	FAO/UNESCO (1974)³³	World Reference Base (WRB) (2007)	Soil Survey Staff USDA (1975 - 1990)
Tanah aluvial (endapan, alluvial soil)	Tanah aluvial	Fluvisol		Entisol, Inceptisol
Andosol	Andosol	Andosol	Andosol	Andisol
Tanah Hutan Coklat (Brown Forest Soil)	Kambisol	Cambisol	Cambisol	Inceptisol
Grumusol	Grumusol	Vertisol	Vertisol	Vertisol
Latosol	Kambisol, Latosol, Lateritik	Cambiso, Litosol, Ferralsol		Inceptisol, Ultisol, Oxisol
Litosol	Litosol	Litosol		Entisol (sub kelompok lithic)
Mediterranean	Mediterranean	Luvisol	Chromic Luvisols	Alfisol, Inceptisol
Organosol	Organosol	Histosol	Histosol	Histosol
Podsol	Podsol	Podsol	Podzols	Spodosol
Podsolik Merah Kuning	Podsolik	Acrisol		Ultisol
Podsolik Coklat	Kambisol	Cambisol		Inceptisol
Podsolik Coklat Kelabu	Podsolik	Acrisol		Ultisol

³³ Sejak 1998 diganti oleh sistem World Reference Base

Dudal- Soepraptohardjo (D-S) (1957- 1961)	Modifikasi PPT atas D-S (1978/1982)	FAO/ UNESCO (1974) ³³	<i>World Reference Base (WRB) (2007)</i>	<i>Soil Survey Staff USDA (1975 - 1990)</i>
Regosol	Regosol	Regosol		Entisol, Inceptisol
Renzina	Renzina	Rendzina	Calcic Leptosols	Rendoll
-	Ranker	Ranker	Acidic Leptosols	-

Sumber: *Padanan Nama Tanah menurut Berbagai Sistem Klasifikasi Tanah* (disederhanakan kecuali untuk sistem WRB)

F. Sistem Soil Taxonomy (USDA)

Sistem USDA atau Soil Taxonomy dikembangkan pada tahun 1975 oleh tim Soil Survey Staff yang bekerja di bawah Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA). Sistem ini pernah sangat populer namun juga dikenal sulit diterapkan. Oleh pembuatnya, sistem ini diusahakan untuk dipakai sebagai alat komunikasi antarpakar tanah, tetapi kemudian tersaingi oleh sistem WRB. Meskipun demikian, beberapa konsep dalam sistem USDA tetap dipakai dalam sistem WRB yang dianggap lebih mewakili kepentingan dunia.

Sistem ini bersifat hierarkis. Pada aras pertama, terdapat penggolongan 12 (pada versi pertama berjumlah sepuluh) kelompok utama yang disebut soil order ("ordo tanah"). Mereka adalah

1. Entisol (membentuk akhiran -ent)
2. Inceptisol (membentuk akhiran -ept)
3. Alfisol (membentuk akhiran -alf)
4. Ultisol (membentuk akhiran -ult)
5. Oxisol (membentuk akhiran -ox)
6. Vertisol (membentuk akhiran -vert)
7. Mollisol (membentuk akhiran -mol)
8. Spodosol (membentuk akhiran -od)
9. Histosol (membentuk akhiran -ist)
10. Andosol (membentuk akhiran -and)

11. Aridisol (membentuk akhiran -id)

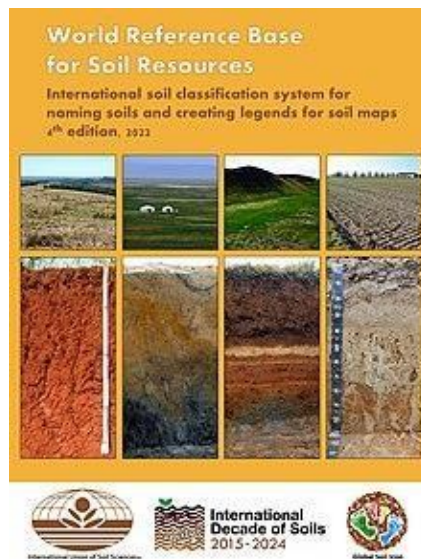
12. Gleisol (membentuk akhiran)

Penamaan berikutnya ditentukan oleh kondisi masing-masing order. Sistem USDA mempertimbangkan aspek pembentukan tanah akibat faktor aktivitas di bumi dan atmosfer.

G. Sistem World Reference Base for Soil Resources

Sistem ini, disingkat sistem WRB, merupakan hasil kerja dari tim bentukan FAO dan disarankan oleh Organisasi Ilmu Tanah Sedunia. Berdasarkan kesepakatan pada tahun 1998, sistem WRB menggantikan sistem FAO. Versi terbarunya terbit tahun 2006.

Ke dalam sistem WRB terdapat pembagian peringkat primer dan peringkat sekunder. Peringkat primer merupakan penggambaran terhadap 32 jenis tanah utama dunia. Peringkat kedua merupakan kata sifat yang menggambarkan keadaan fisik dan kimia tanah. Berbeda dari sistem USDA, sistem WRB tidak mempertimbangkan aspek iklim sebagai alat untuk pengelompokan.



Gambar 2.2 WRB, 4th edition (2022)

World Reference Base for Soil Resources (Pangkalan Rujukan Sumberdaya Tanah Dunia, dikenal dengan singkatannya WRB) adalah sistem klasifikasi tanah baku internasional yang disarankan oleh Badan Ilmu-ilmu Tanah Internasional (International Union of Soil Sciences, IUSS), suatu lembaga di bawah Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO). Pengembangan sistem ini dikoordinasi oleh International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) dan ditaja oleh IUSS dan FAO melalui bagian Land & Water Development yang dimilikinya. Sistem ini dinyatakan menggantikan klasifikasi tanah FAO sejak 1998 dan telah memiliki edisi revisi terbaru yang dirilis 2006.

Sistem klasifikasi ini dimaksudkan sebagai alat komunikasi bagi para peneliti tanah dunia. Berdasarkan penggolongan tahun 2022.

Tanah dengan lapisan organik yang tebal

1. HS Histosol

Tanah dengan pengaruh manusia yang kuat

1. AT Anthrosol
2. TC Technosol

Tanah dengan keterbatasan pertumbuhan akar

1. CR Cryosol
2. LP Leptosol
3. SN Solonetz
4. VR Vertisol
5. SC Solonchak

Tanah dibedakan oleh senyawa kimia Fe/Al

1. GL Gleysol
2. AN Andosol
3. PZ Podzol
4. PT Plinthosol
5. PL Planosol
6. ST Stagnosol
7. NT Nitisol
8. FR Ferralsol

Akumulasi bahan organik di lapisan tanah atas mineral

1. CH Chernozem
2. KS Kastanozem
3. PH Phaeozem
4. UM Umbrisol

Akumulasi garam yang cukup larut atau zat non-salin

1. DU Durisol
2. GY Gypsisol
3. CL Calcisol

Tanah dengan lapisan tanah yang diperkaya dengan tanah liat

1. RT Retisol
2. AC Acrisol
3. LX Lixisol
4. AL Alisol
5. LV Luvisol

Tanah dengan sedikit atau tanpa diferensiasi profil

1. CM Cambisol
2. FL Fluvisol
3. AR Arenosol
4. RG Regosol

H. Pengurai

Makanan utama rayap selain selulosa pada kayu, juga selulosa yang terdapat pada sabuk kelapa, rumput, kertas, karton, tekstil dan kulit-kulit tanaman. Mereka juga mengonsumsi jamur sebagai bahan makanannya. Kelompok rayap dari sub-famili Mastotermetinae (famili Termitidae) membudidayakan jamur *Termitomyces* (Basidiomycetes) dalam koloninya, jamur ini dimakan oleh anggota koloni yang masih muda. Rayap juga ada yang mengonsumsi tanah yang mengandung mineral, karbohidrat, mikroorganisme tanah dan polyphenolic. Sekitar 60% dari famili termitidae mengonsumsi tanah sebagai bahan makanannya.

Dekomposer atau pengurai adalah organisme yang memakan organisme mati dan produk-produk limbah dari organisme lain. Pengurai membantu siklus nutrisi kembali ke ekosistem.

Dekomposer membuat tanah kaya dengan menambahkan senyawa organik dengan itu. Zat seperti karbon, air dan nitrogen dikembalikan ke ekosistem melalui tindakan pengurai. Yang termasuk contoh pengurai (dekomposer) adalah serangga, cacing tanah, bakteri, jamur, belatung, lactobacteria, kecoa, ragi, siput, lumut, dan actinomycetes/actinobacteria.

Dekomposer atau pengurai adalah makhluk hidup yang memperoleh energi dengan cara menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati.

I. Komponen

Komponen tanah adalah susunan dari proses terjadinya tanah. Tanah bukan merupakan timbunan bahan padat dalam sistem yang mati dan statis, namun merupakan suatu sistem yang dinamis dan hidup yang mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Setiap tanah tersusun dari bahan mineral/anorganik, bahan organik, air tanah, dan udara. Bahan mineral berasal dari hasil pelapukan batuan, sedangkan bahan organik berasal dari hasil penguraian organisme yang mati. Namun demikian perbandingan masing-masing bahan komponen penyusun tanah itu berbeda-beda pada setiap tanah dan berubah-ubah setiap saat. Untuk perbandingan komponen tanah yang baik yang dibutuhkan tanaman secara idealnya adalah bahan mineral 45%, bahan organik 5%, air 25% dan udara 25%.

J. Jenis-Jenis Organisme

Di dalam tanah terdapat jenis-jenis organisme tanah yang mempunyai fungsi dalam mata rantai kehidupan. Organisme yang terdapat di dalam tanah, ada beberapa jenis di antaranya adalah: pemecah bahan organik seperti tungau, kumbang, dan collembola yang memecah-mecah bahan organik yang besar

menjadi bagian- bagian kecil, pembusuk bahan organik seperti jamur dan bakteri yang memecahkan bahan-bahan cellular.

Pengikat hara yang hidup bebas seperti alga dan azotobakter mengikat hara di dalam tanah. Pembangun struktur tanah seperti akar tanaman, cacing tanah, ulat-ulat, dan jamur semuanya membantu mengikat partikel-partikel tanah sehingga struktur tanah menjadi stabil dan tahan terhadap erosi. Patogen seperti jenis jamur tertentu, bakteri dan nematoda dapat menyerang jaringan tanaman. Predator atau pemangsa, termasuk protozoa, nematoda parasite dan jenis jamur tertentu, semuanya memangsa organisme tanah yang lain sebagai sumber makanan mereka.

K. Karakteristik

Tubuh tanah (solum) tidak lain adalah batuan yang melapuk dan mengalami proses pembentukan lanjutan. Usia tanah yang ditemukan saat ini tidak ada yang lebih tua daripada periode Tersier dan kebanyakan terbentuk dari masa Pleistosen.

Tubuh tanah terbentuk dari campuran bahan organik dan mineral. Tanah non-organik atau tanah mineral terbentuk dari batuan sehingga ia mengandung mineral. Sebaliknya, tanah organik (organosol/humosol) terbentuk dari pemadatan terhadap bahan organik yang terdegradasi.

Tanah organik berwarna hitam dan merupakan pembentuk utama lahan gambut dan kelak dapat menjadi batu bara. Tanah organik cenderung memiliki keasaman tinggi karena mengandung beberapa asam organik (substansi humik) hasil dekomposisi berbagai bahan organik. Kelompok tanah ini biasanya miskin mineral, pasokan mineral berasal dari aliran air atau hasil dekomposisi jaringan makhluk hidup. Tanah organik dapat ditanami karena memiliki sifat fisik gembur (sarang) sehingga mampu menyimpan cukup air namun karena memiliki keasaman tinggi sebagian besar tanaman pangan akan memberikan hasil terbatas dan di bawah capaian optimum.

Tanah non-organik didominasi oleh mineral. Mineral ini membentuk partikel pembentuk tanah. Tekstur tanah demikian ditentukan oleh komposisi tiga partikel pembentuk tanah: pasir, lanau (debu), dan lempung. Tanah pasiran didominasi oleh pasir, tanah lempungan didominasi oleh lempung. Tanah dengan komposisi pasir, lanau, dan lempung yang seimbang dikenal sebagai geluh (loam).

Warna tanah merupakan ciri utama yang paling mudah diingat orang. Warna tanah sangat bervariasi, mulai dari hitam kelam, cokelat, merah bata, jingga, kuning, hingga putih. Selain itu, tanah dapat memiliki lapisan-lapisan dengan perbedaan warna yang kontras sebagai akibat proses kimia (pengasaman) atau pencucian (leaching). Tanah berwarna hitam atau gelap sering kali menandakan kehadiran bahan organik yang tinggi, baik karena pelapukan vegetasi maupun proses pengendapan di rawa-rawa. Warna gelap juga dapat disebabkan oleh kehadiran mangan, belerang, dan nitrogen. Warna tanah kemerahan atau kekuningan biasanya disebabkan kandungan besi teroksidasi yang tinggi; warna yang berbeda terjadi karena pengaruh kondisi proses kimia pembentukannya. Suasana aerobik/ oksidatif menghasilkan warna yang seragam atau perubahan warna bertahap, sedangkan suasana anaerobik/reduktif membawa pada pola warna yang bertotol-totol atau warna yang terkonsentrasi.³⁴

Struktur tanah merupakan karakteristik fisik tanah yang terbentuk dari komposisi antara agregat (butir) tanah dan ruang antaragregat. Tanah tersusun dari tiga fase: fase padatan, fase cair, dan fase gas. Fase cair dan gas mengisi ruang antaragregat. Struktur tanah tergantung dari imbalan ketiga faktor penyusun ini. Ruang antaragregat disebut sebagai porus (jamak pori). Struktur tanah baik bagi perakaran apabila pori berukuran besar (makropori) terisi udara dan pori berukuran kecil (mikropori) terisi air. Tanah yang gembur (sarang) memiliki

³⁴ "The Color of Soil". United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2007-10-27. Diakses tanggal 2008-07-08.

agregat yang cukup besar dengan makropori dan mikropori yang seimbang. Tanah menjadi semakin liat apabila berlebihan kadar lempungnya sehingga kekurangan makropori.

L. Manfaat

Manfaat tanah bagi kehidupan manusia antara lain tanah sebagai lahan, bahan baku industri dan sumber energi.

1. Tanah sebagai lahan, dimanfaatkan untuk pemukiman, lahan industri, lahan pertanian dan lain-lain.³⁵
2. Tanah sebagai bahan mentah industri antara lain : Tanah liat, lempung merupakan bahan pembuatan gerabah, bahan baku semen, bahan bangunan (genteng, bata), lumpur untuk pengeboran minyak, cetakan pengecoran besi. Tanah kaolin sejenis liat, lunak, warnanya putih/kuning/abu-abu kaya aluminium silikat dan dapat digunakan untuk bahan baku kertas, tekstil, kimia dan keramik.
3. Tanah sebagai sumber energi. Tanah gambut merupakan salah satu sumber energi alternatif. Daerah persebaran tanah gambut di Indonesia terdapat di Sumatra Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, dan Papua.

M. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah terjadi akibat masuknya benda asing (misalnya senyawa kimia buatan manusia) ke tanah dan mengubah suasana/lingkungan asli tanah sehingga terjadi penurunan kualitas tanah. Pencemaran dapat terjadi karena kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub- permukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara sembarangan (illegal dumping).

³⁵ Wulandari, Trisna (2021). "4 Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Permukiman". *detikcom*. Diakses tanggal 2022-05-31.

N. Pakar Pedologi di Indonesia

1. E.C.J. Mohr (1873–1970)
2. J. van Schuylenborgh
3. Moh.Isa Darmawidjaja
4. Rudi Dudal (Belgia)
5. M. Soeprattohardjo
6. Tejoyuwono Notohadiprawiro
7. Sarwono Hardjowigeno

O. Jenis Jenis Tanah di Indonesia³⁶

Jenis-jenis tanah yang ada di dunia berbeda dari satu daerah ke daerah lainnya tergantung pada lingkungan yang ada di dalam daerah tersebut.

1. Tanah Aluvial



Gambar 2.3 Tanah Aluvial

Tanah aluvial merupakan jenis tanah yang terjadi karena endapan lumpur biasanya yang terbawa karena aliran sungai. Tanah ini biasanya ditemukan dibagian hilir karena dibawa dari hulu. Tanah ini biasanya bewarna coklat hingga kelabu.

Karakteristik

Tanah ini sangat cocok untuk pertanian baik pertanian padi maupun palawija seperti jagung, tembakau dan jenis tanaman lainnya karena teksturnya yang lembut dan mudah digarap sehingga tidak perlu membutuhkan kerja yang keras untuk mencangkulnya.

³⁶ <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/jenis-jenis-tanah>

Persebaran

Tanah ini banyak tersebar di Indonesia dari sumatera, Kalimantan, Sulawesi, papua dan jawa.

2. Tanah Andosol

Tanah andosol merupakan salah satu jenis tanah vulkanik dimana terbentuk karena adanya proses vulkanisme pada gunung berapi. Tanah ini sangat subur dan baik untuk tanaman.

Karakteristik

Warna dari tanah andosol coklat keabu-an. Tanah ini sangat kaya dengan mineral, unsure hara, air dan mineral sehingga sangat baik untuk tanaman. Tanah ini sangat cocok untuk segala jenis tanaman yang ada di dunia. persebaran tanah andosol biasanya terdapat di daerah yang dekat dengan gunung berapi.



Gambar 2.4 Tanah andosol

Persebaran

Di Indonesia sendiri yang merupakan daerah cincin api banyak terdapat tanah andosol seperti di daerah jawa, bali, sumatera dan nusa tenggara.

3. Tanah Entisol



Gambar 2.5 Tanah entisol

Tanah entisol merupakan saudara dari tanah andosol namun biasanya merupakan pelapukan dari material yang dikeluarkan oleh letusan gunung berapi seperti debu, pasir, lahar, dan lapili.

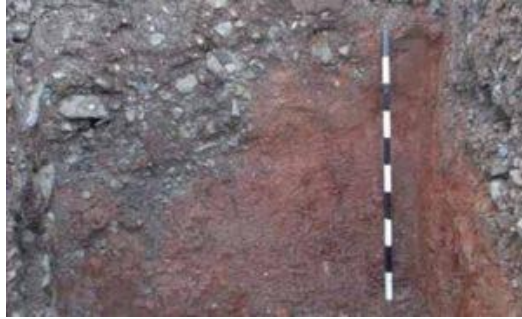
Karakteristik

Tanah ini juga sangat subur dan merupakan tipe tanah yang masih muda. Tanah ini biasanya ditemukan tidak jauh dari area gunung berapi bisa berupa permukaan tanah tipis yang belum memiliki lapisan tanah dan berupa gundukan pasir seperti yang ada di pantai parangteritis Jogjakarta.

Persebaran

Persebaran tanah entisol ini biasanya terdapat disekitar gunung berapi seperti di pantai parangteritis Jogjakarta, dan daerah jawa lainnya yang memiliki gunung berapi.

4. Tanah Grumusol



Gambar 2.6 Tanah grumusol

Tanah grumusol terbentuk dari pelapukan batuan kapur dan tuffa vulkanik. Kandungan organik di dalamnya rendah karena dari batuan kapur jadi dapat disimpulkan tanah ini tidak subur dan tidak cocok untuk ditanami tanaman.

Karakteristik

Tekstur tanahnya kering dan mudah pecah terutama saat musim kemarau dan memiliki warna hitam. Ph yang dimiliki netral hingga alkalis. Tanah ini biasanya berada di permukaan yang tidak lebih dari 300 meter dari permukaan laut dan memiliki bentuk topografi datar hingga bergelombang. Perubahan suhu pada daerah yang terdapat tanah grumusol sangat nyata ketika panas dan hujan.

Persebaran

Persebarannya di Indonesia seperti di Jawa Tengah (Demak, Jepara, Pati, Rembang), Jawa Timur (Ngawi, Madiun) dan Nusa Tenggara Timur. Karena teksturnya yang kering maka akan bagus jika ditanami vegetasi kuat seperti kayu jati.

5. Tanah Humus



Gambar 2.7 Tanah Humus

Tanah humus merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan tumbuh-tumbuhan. Mengandung banyak unsur hara dan mineral dan sangat subur.

Karakteristik

Tanah Humus sangat baik untuk melakukan cocok tanam karena kandungannya yang sangat subur dan baik untuk tanaman. Tanah ini memiliki unsur hara dan mineral yang banyak karena pelapukkan tumbuhan hingga warnanya agak kehitam hitaman.

Persebaran

Tanah ini terdapat di daerah yang ada banyak hutan. Persebarannya di Indonesia meliputi daerah Sumatera, Kalimantan, Jawa, Papua dan sebagian wilayah dari Sulawesi.

6. Tanah Inceptisol



Gambar 2.8 Tanah Inceptol

Inceptol terbentuk dari batuan sedimen atau metamorf dengan warna agak kecoklatan dan kehitaman serta campuran yang agak keabu-abuan. Tanah ini juga dapat menopang pembentukan hutan yang asri.

Karakteristik

Ciri-ciri tanah ini adalah adanya horizon kambik dimana horizon ini kurang dari 25% dari horizon selanjutnya jadi sangatlah unik. Tanah ini cocok untuk perkebunan seperti perkebunan kelapa sawit. Serta untuk berbagai lahan perkebunan lainnya seperti karet.

Persebaran

Tanah inceptisol tersebar di berbagai daerah di Indonesia seperti di Sumatera, Kalimantan dan Papua.

7. Tanah Laterit

Tanah laterit memiliki warna merah bata karena mengandung banyak zat besi dan aluminium. Di Indonesia sendiri tanah ini sepertinya cukup familiar di berbagai daerah, terutama di daerah desa dan perkampungan.



Gambar 2.9 Tanah laterit

Karakteristik

Tanah laterit termasuk dalam jajaran tanah yang sudah tua sehingga tidak cocok untuk ditanami tumbuhan apapun dan karena kandungan yang ada di dalamnya pula.

Persebaran

Persebarannya sendiri di Indonesia meliputi Kalimantan, Lampung, Jawa Barat, dan Jawa Timur.

8. Tanah Latosol



Gambar 2.10 Tanah Lotosol

Jenis tanah ini juga salah satu yang terdapat di Indonesia, tanah ini terbentuk dari pelapukan batuan sedimen dan metamorf.

Karakteristik

Ciri-ciri dari tanah latosol adalah warnanya yang merah hingga kuning, teksturnya lempung dan memiliki solum horizon. Persebaran tanah litosol ini berada di daerah yang memiliki curah hujan tinggi dan kelembapan yang tinggi pula serta pada ketinggian berkisar pada 300-1000 meter dari permukaan laut. Tanah latosol tidak terlalu subur karena mengandung zat besi dan alumunium.

Persebaran

Persebaran tanah latosol di daerah Sulawesi, Lampung, Kalimantan timur dan barat, Bali dan Papua.

9. Tanah Litosol



Gambar 2.11 Tanah litosol

Tanah litosol merupakan tanah yang baru mengalami perkembangan dan merupakan tanah yang masih muda. Terbentuk dari adanya perubahan iklim, topografi dan adanya vulkanisme.

Karakteristik

Untuk mengembangkan tanah ini harus dilakukan dengan cara menanam pohon supaya mendapatkan mineral dan unsur hara yang cukup. tekstur tanah litosol bermacam-macam ada yang lembut, bebatuan bahkan berpasir.

Persebaran

Biasanya terdapat pada daerah yang memiliki tingkat kecuraman tinggi seperti di bukit tinggi, nusa tenggara barat, Jawa tengah, Jawa Barat dan Sulawesi.

10. Tanah Kapur



Gambar 2 12 Tanah Kapur

Seperti dengan namanya tanah kapur berasal dari batuan kapur yang mengalami pelapukan.

Karakteristik

Karena terbentuk dari tanah kapur maka bisa disimpulkan bahwa tanah ini tidak subur dan tidak bisa ditanami tanaman yang membutuhkan banyak air. Namun jika ditanami oleh pohon yang kuat dan tahan lama seperti pohon jati dan pohon keras lainnya.

Persebaran

Tanah kapur tersebar di daerah yang kering seperti di gunung kidul Yogyakarta, dan di daerah pegunungan kapur seperti di Jawa Tengah, Jawa Barat, Nusa Tenggara Timur.

11. Tanah Mergel



Gambar 2.13 Tanah Mergel

Hampir sama dengan tanah kapur, jenis tanah ini juga berasal dari kapur, namun dicampur dengan berbagai bahan lainnya yang membedakan adalah ia lebih mirip seperti pasir. Tanah mergel terbentuk dari batuan kapur, pasir dan tanah liat dan mengalami pembentukan dengan bantuan hujan namun tidak merata.

Karakteristik

Tanah ini subur dan bisa ditanami oleh persawahan dan perkebunan. Selain itu juga terdapat banyak mineral dan air di dalamnya.

Persebaran

Tanah ini banyak terdapat di daerah dataran rendah seperti di Solo (Jawa Tengah), Madiun dan Kediri (Jawa Timur).

12. Tanah Organosol



Gambar 2.14 Tanah organosol

Tanah organosol terbentuk dari pelapukan benda organik seperti tumbuhan, gambut dan rawa. Biasanya terdapat di daerah yang memiliki iklim basah dan memiliki curah hujan tinggi.

Karakteristik

Ketebalan dari tanah ini sangat minim hanya 0.5 mm saja dan memiliki diferensiasi horizon yang jelas, kandungan organik di dalam tanah organosol lebih dari 30% dengan tekstur lempung dan 20% untuk tanah yang berpasir. Kandungan unsur hara rendah dan memiliki tingkat kelembapan rendah (PH 0,4) saja.

Persebaran

Tanah ini biasanya ditemukan di daerah pantai dan hampir tersebar di seluruh pulau di Indonesia seperti Sumatera, Papua, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Nusa Tenggara.

13. Tanah Oxisol



Gambar 2.15 Tanah Oxisol

Tanah oxisol merupakan tanah yang kaya akan zat besi dan alumunium oksida. Tanah jenis ini juga sering kita temui di daerah tropis di Indonesia dari daerah desa hingga perkotaan.

Karakteristik

Ciri-ciri dari tanah oxisol ini antara lain adalah memiliki solum yang dangkal dan ketebalannya hanya kurang dari 1 meter saja. warnanya merah hingga kuning dan memiliki tekstur halus seperti tanah liat.

Persebaran

Biasanya terdapat di daerah beriklim tropis basah dan cocok untuk perkebunan subsisten seperti tebu, nanas, pisang dan tumbuhan lainnya.

14. Tanah Padas

Tanah padas sebenarnya tidak juga bisa dibilang sebagai tanah karena sangat keras hampir seperti dengan batuan.

Karakteristik

Hal ini dikarenakan kandungan air didalamnya hampir tidak ada karena tanah padas sangat padat bahkan tidak ada air. Unsur hara yang ada di dalamnya sangat rendah dan kandungan organikanya sangat rendah bahkan hampir tidak ada. Tanah padas tidak cocok digunakan untuk bercocok tanam.



Gambar 2.16 Tanah padas

Persebaran

Jenis tanah ini tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia secara merata.

15. Tanah Pasir



Gambar 2.17 Tanah Pasir

Seperti dengan namanya tanah pasir merupakan pelapukan dari batuan pasir. Tanah ini biasanya banyak di daerah sekitar pantai atau daerah kepulauan.

Karakteristik

Tanah pasir tidak memiliki kandungan air dan mineral karena teksturnya yang sangat lemah. Tanah pasir akan sangat mudah ditemukan di daerah yang berpasir di Indonesia. Sebagai negara kepulauan, Indonesia adalah salah satu negara dengan jumlah tanah pasir terluas di dunia. Jenis tanaman yang cocok untuk tanah ini adalah umbi-umbian.

Persebaran

Hampir seluruh wilayah di Indonesia memiliki persebaran tanah pasir.

16. Tanah Podsol

Tanah podsol memiliki berbagai campuran tekstur mulai pasir hingga bebatuan kecil.

Karakteristik

Ciri-ciri dari tanah podsol antara lain tidak memiliki perkembangan profil, warnanya kuning hingga kuning keabuan serta memiliki tekstur pasir hingga lempung.

Kandungan organikya sangat rendah karena terbentuk dari curah hujan yang tinggi tapi suhunya rendah.

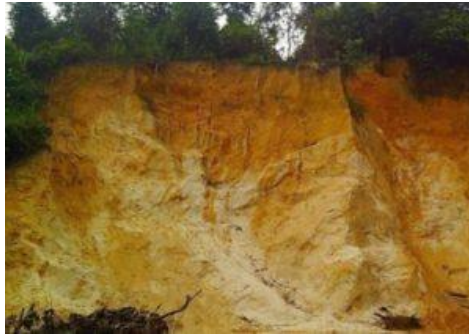


Gambar 2.18 Tanah podsol

Persebaran

Persebaran tanah ini antara lain meliputi Kalimantan utara, Sulawesi utara dan papua serta daerah lainnya yang tidak pernah kering alias selalu basah.

17. Tanah Podsolik Merah Kuning



Gambar 2.19 Tanah Podsolik Merah Kuning

Tanah ini sangat mudah ditemukan di seluruh wilayah Indonesia karena persebarannya yang hampir rata.

Karakteristik

Tanah ini bewarna merah hingga kuning dan kandungan organik serta mineralnya akan sangat mudah mengalami pencucian oleh air hujan. Oleh karena itu untuk menyuburkan tanah ini harus ditanami tumbuhan yang memberikan zat organik untuk kesuburan tanah serta pupuk baik hayati maupun hewani.

Persebaran

Tanah ini dapat digunakan untuk perkebunan dan persawahan serta dapat ditemukan di Sumatera, Sulawesi, Papua, Kalimantan dan Jawa terutama Jawa bagian barat.

18. Tanah Liat



Gambar 2.20 Tanah Liat

Tanah liat adalah jenis tanah yang terdiri dari campuran dari aluminium serta silikat yang memiliki diameter tidak lebih dari 4 mikrometer. Tanah liat terbentuk dari adanya proses pelapukan batuan silika yang dilakukan oleh asam karbonat dan sebagian diantaranya dihasilkan dari aktivitas panas bumi.

Karakteristik

Tanah liat tersebar di sebagian besar wilayah Indonesia secara merata. Biasanya digunakan untuk membuat kerajinan hingga keperluan lainnya. Tanah liat biasanya memiliki warna abu abu pekat atau hampir mengarah ke warna hitam, biasanya terdapat di bagian dalam tanah ataupun di bagian permukaan.

Persebaran

Tanah liat hampir tersebar secara merata di seluruh wilayah di Indonesia, hanya yang membedakannya adalah kedalaman tanah tersebut. Selain 18 Jenis tanah ada 10 jenis tanah lainnya yang ada di Indonesia ataupun di dunia.

Cara Merawat Tanah

Pendekatan konsep geografi yang benar akan memudahkan dalam merawat tanah. Tanah merupakan lapisan bumi yang sangat penting untuk kehidupan manusia. Oleh karena itu sangat wajib untuk merawat tanah supaya lebih subur dan tidak mudah rusak karena dapat menjadi penyebab banjir atau bencana lainnya seperti erosi tanah dan tanah longsor. Cara yang dapat dilakukan antara lain:

1. Melakukan pemupukan

Pemupukan yang harus dilakukan tidaklah menggunakan pupuk kimia namun menggunakan bahan organik. Seperti dengan menanam tanah dengan tumbuhan dan nantinya tumbuhan akan menghasilkan kandungan yang dibutuhkan oleh tanah. Jadi, jangan segan untuk menanam pohon ya, selain baik untuk alam karena memproduksi oksigen juga sangat baik untuk keberlangsungan kehidupan manusia.

2. Rotasi Tanaman

Lakukanlah rotasi tanaman supaya tanah tidak kehilangan keseimbangannya karena diambil beberapa zat nya saja sedangkan zat lainnya tetap ada. Rotasilah tanaman supaya tanah bisa menjadi lebih subur.

3. Mengolah Sampah

Bila anda memiliki sampah plastic jika sudah tidak bisa didaur ulang sebaiknya untuk membakarnya saja. hal ini dikarenakan plastik tidak mudah diuraikan dan membutuhkan waktu lama hingga 100 tahun. Jadi, bisa dibayangkan jika anda membuang sampah plastik sembarangan dan akibatnya pada kesuburan tanah.

Tanah adalah nyawa seluruh penduduk bumi, ia juga merupakan penopang langkah kita berpijak di bumi. Oleh karena itu ia wajib kita jaga bersama sama.

P. Pengaruh Letak Astronomis dan Geografis Indonesia Terhadap Kondisi Iklim³⁷

Tahukah anda mengenai pengaruh letak astronomis Indonesia yang dapat mempengaruhi kondisi iklim di Indonesia? mungkin tak banyak orang mengetahui hal tersebut sampai sedetail mungkin. Letak astronomis (letak absolut) adalah letak suatu tempat (negara) berdasarkan garis lintang dan bujur. Letak astronomis Indonesia adalah 6O LU-11O LS dan 95O BT-141O BT.

Dalam pembagian musim di Indonesia, Indonesia memiliki iklim tropis yang disebabkan oleh letak garis lintangnya. sehingga pengaruh letak astronomis sangat berpengaruh dengan pembagian waktu di Indonesia. Iklim tropis di Indonesia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

Ciri-ciri negara beriklim tropis :

1. Mempunyai curah hujan tinggi dan banyaknya hutan hujan tropis yang akan memberikan dampak akibat kerusakan hutan
2. Penyinaran matahari berlangsung sepanjang tahun sehingga dapat menjadi penyebab pemanasan global
3. Kelembaban udara tinggi disebabkan adanya penguapan yang tinggi yang mudah terjadinya proses terjadinya efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global
4. Mempunyai dua musim, penghujan dan kemarau

Tiga wilayah waktu yang berlaku di Indonesia disebabkan oleh posisi garis bujurnya.

1. WIB (Waktu Indonesia Barat) terdiri atas Jawa, Sumatera, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, termasuk pulau-pulau kecil di sekelilingnya. Berpatokan pada garis bujur 105oBT, selisih waktunya 7 jam lebih awal dari Greenwich Mean Time (GMT).

³⁷ <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/pengaruh-letak-astronomis-dan-geografis-indonesia-terhadap-kondisi-iklim>

2. WITA (Waktu Indonesia Tengah) terdiri atas Sulawesi, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Nusa Tenggara, Bali, termasuk pulau-pulau kecil di sekelilingnya. Berpatokan pada garis bujur 120oBT, selisih waktunya 8 jam lebih awal dari GMT.
3. WIT (Waktu Indonesia Timur) terdiri atas Papua, Kepulauan Maluku dan pulau-pulau kecil di sekelilingnya. Berpatokan pada garis bujur 135oBT, selisih waktunya 9 jam lebih awal dari GMT.

Tiga daerah waktu di atas memiliki selisih masing-masing 1 jam.

Letak Geografis

Letak geografis (letak relatif) adalah letak suatu tempat (negara) berdasarkan kenyataan (kondisi sebenarnya di permukaan bumi). Letak geografis Indonesia adalah berada di antara benua Asia dan Australia juga samudra Hindia dan Pasifik

Letak geografis Indonesia sebenarnya berada di posisi silang yang mempengaruhi lapisan atmosfer. Tak heran dahulu kapal-kapal dagang asing baik dari Cina, Eropa, dan India, ramai melintasi wilayah perairan nusantara. Karena posisi silang ini juga Indonesia jadi kaya akan beragam suku bangsa dan budaya. Letak Indonesia yang berada di antara dua samudra dan dua benua pun berpengaruh terhadap keadaan cuaca dan iklim. Indonesia yang beriklim laut, disebabkan pengaruh angin laut yang mendatangkan hujan. Selain itu iklim di Indonesia mempunyai iklim musim, kemarau dan hujan. Hal ini disebabkan oleh angin muson yang berhembus selalu berganti arah setiap enam bulan.

Namun ada juga dampak buruk terkait letak Indonesia yang strategis ini. Diantaranya, serbuan budaya luar yang negatif (misal : sikap individualis, gaya hidup kebarat-baratan) sangat gencar. Budaya tersebut diserap masyarakat Indonesia tanpa disaring (filter) lebih dahulu. Hal ini sangat berbahaya, karena perlahan budaya lokal pun ditinggalkan. Orang-orang menganggap budaya sendiri kuno. Budaya bangsa tak lagi

dihargai, sopan santun hilang. Budaya luar dijunjung tinggi. Dampak dari pengaruh letak geografis :

Gerak Semu Matahari Mempengaruhi Perubahan Musim di Indonesia Gerak semu matahari adalah gerakan matahari yang dipengaruhi oleh rotasi bumi saat mengelilingi matahari. Tanggal 23 Maret matahari tepat berada di garis khatulistiwa, lalu matahari seolah geser ke utara. Hingga tanggal 21 Juni, matahari seperti condong ada di utara (titik balik utara). Matahari seperti terus bergerak. Sampai tanggal 23 September, matahari kembali tepat di khatulistiwa. Lalu bergerak lagi (condong ke arah selatan) yaitu pada tanggal 22 Desember, matahari ada di titik balik selatan. Dan 23 Maret kembali ke posisi awal (garis khatulistiwa). Peristiwa inilah yang mempengaruhi kelembaban dan tekanan udara di Indonesia.

Pada pertengahan Maret sampai September, matahari dominan berada di belahan bumi utara (Benua Asia) akan mengalami pemanasan optimal. Jadi belahan bumi utara mempunyai tekanan udara minimum, angin pun berhembus dari daerah bertekanan tinggi (wilayah bumi selatan/ Australia) ke daerah bertekanan rendah (utara/ benua Asia). Akibatnya, angin muson timur berhembus antara bulan April sampai Oktober. Angin ini membawa sedikit air, sehingga sebagian besar wilayah Indonesia jadi kemarau.

Q. Letak Astronomis Indonesia dan Letak Geografis

Anda pasti sudah tidak asing dengan istilah astronomis? istilah ini biasa dipakai unyuk melihat suatu tempat melalui garis lintang dan garis bujur. Garis lintang merupakan garis imajiner yang dibuat oleh para ilmuwan untuk memetakan wilayah dunia dalam pembagian waktu dengan cara membentang melingkari bumi secara horizontal. Sedangkan garis bujur merupakan garis imajiner yang dibuat oleh ilmuwan dalam arah membujur, yakni secara vertical.

Baik garis lintang maupun garis bujur masih dibagi lagi menjadi dua, yakni lintang utara dan lintang selatan. Kemudian garis bujur masih ada bujur barat dan bujur timur. Di antara

garis lintang utara dengan lintang selatan di batasi oleh garis ekuator, yang mana di kenal pula dengan garis khatulistiwa. Sedangkan garis bujur barat dan garis bujur timur di batasi oleh Greenwich Mean Time (GMT).

Garis lintang inilah yang menghubungkan antara kutub utara dan kutub selatan dengan menggunakan garis khayal. Sedangkan garis bujur melingkari bumi dari timur ke barat, kemudian kembali ke timur lagi (melingkar). Adanya garis bujur inilah yang membawa keyakinan bahwa bumi itu bulat, sehingga di mana pun anda berlayar, pasti akan menemukan cara untuk kembali.

Dimanakah Letak Astronomis Indonesia?

Jika di lihat dari atas luar angkasa, maka bentuk bumi bulat yang sedikit condong ke satu arah. Gambarnya seperti orang rukuk yang menghadap matahari. Karena wilayah Indonesia berada di sisi timur, maka sangat sering dan mudah terkena sinar matahari sepanjang tahun, karena cuaca iklim di indonesia yang berganti pada kurun waktu tertentu.

Astronomis Indonesia terletak pada 6° lintang utara - 11° lintang selatan dan di antara 95° bujur timur dan 141° bujur timur. Indonesia merupakan salah satu wilayah yang di lewati garis ekuator. Yakni berada di dalam lintang 0° . Jika di lihat di globe, maka posisi Negara Indonesia berada di wilayah belahan bumi timur. Daerah ini sangat sering terkena sinar matahari secara langsung, sehingga Indonesia cenderung memiliki iklim tropis.

Dengan adanya iklim tropis membuat musim di Indonesia menjadi 2, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Negara yang memiliki iklim tropis ini membawa berkah tersendiri, yaitu di limpahi dengan kekayaan alam yang luar biasa indahnya serta flora dan fauna yang beraneka ragam. Adanya kelembaban udara yang seimbang membuat keadaan tanah menjadi subur.

Letak astronomis sangat memberikan pengaruh di setiap bidang pekerjaan. Misalnya pada penerbangan pesawat, hal ini sangat penting untuk menentukan lokasi penerbangan di udara

yang dapat terdeteksi melalui letak astronomis. Berikut adalah pengaruh dari letak astronomis Indonesia :

1. Pembagian daerah waktu

Selain itu letak astronomis juga digunakan untuk membagi wilayah dalam perbedaan waktu. Di Indonesia terbagi menjadi 3 perbedaan waktu, yaitu waktu Indonesia bagian timur (WIT), waktu Indonesia bagian tengah (WITA), dan waktu Indonesia bagian barat (WIB). Setiap wilayah Indonesia antara bagian barat dengan tengah mengalami pergeseran garis lintang 15° . Begitu pula dengan wilayah tengah dengan timur juga memiliki pergeseran wilayah 15° .

Sebanyak 15° tersebut jika dikalkulasikan dan dihitung, ternyata mengalami perbedaan jam selama 1 jam. Sehingga antara waktu barat dengan tengah, memiliki beda waktu 1 jam. Misalnya di bagian barat sudah menunjukkan pukul 7, maka bagian tengah menunjukkan selisih satu jam yaitu pukul 8. Perbedaan ini juga sama berlaku antara bagian tengah dengan bagian timur.

2. Iklim tropis di wilayah timur

Indonesia termasuk salah satu wilayah beriklim tropis. Dimana terdapat pembagian 2 musim yang berbeda, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Dengan keadaan wilayah Indonesia di bagian timur, mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun, namun tidak berada tepat di bawah matahari. Sehingga cuacanya dan penyinaran matahari memiliki keseimbangan bagi kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Hal inilah yang menyebabkan terdapatnya beraneka ragam hewan dan tumbuhan yang dapat hidup dan berkembang biak.

Indonesia juga merupakan wilayah yang berada diantara peralihan asia dan Australia. Hal ini yang menyebabkan fauna di Indonesia ada yang berjenis Asia dan Australia. Selain itu juga ada pencampuran antara Asia dan Australia. Indonesia juga memiliki letak geografis yang berbeda dengan letak astronomis. Letak geografis di Indonesia yang di batasi dengan berbagai keadaan alam dan negara yang berbeda.

Berdasarkan dengan letak geografisnya, kepulauan Indonesia di batasi dengan Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. ketika kita melihat globe atau melihat dari luar angkasa, teritorial Indonesia berada dalam posisi silang. Sedangkan kepulauan Indonesia terletak di antara benua Asia dengan benua Australia. Dengan letak yang di nilai cukup strategis ini membuat Indonesia menjadi tempat ramai dalam perdagangan dunia. Pasalnya negara-negara yang melewati jalur laut, dari Eropa atau Asia Barat yang hendak ke Australia harus melewati atau transit di Indonesia.

Letak geologis Indonesia juga cukup strategis, yaitu berada dalam pertemuan dua jalur pegunungan muda yang ada di dunia. Pegunungan yang ada di jalur barat ada Pegunungan Mediterania, sedangkan pegunungan di jalur timur ada Pegunungan Sirkum Pasifik. Akibat adanya dua jalur pegunungan muda inilah, menyebabkan Indonesia menjadi wilayah yang memiliki banyak gunung berapi yang masih aktif serta gunung tertinggi di Indonesia. Sehingga negara Indonesia juga menjadi negara yang paling rawan terjadi gempa bumi, seperti gempa bumi vulkanik yang sering terjadi.

Letak geografis juga memberikan dampak bagi makhluk hidup yang hidup di permukaan bumi, Letak geografis yang dapat menentukan pergantian musim pada kurun waktu tertentu memberikan pengaruh bagi makhluk hidup yang bergantung pada iklim dan musim tertentu.

Berikut adalah dampak letak geografis di Indonesia :

1. Berpengaruh dengan perubahan musim di Indonesia

Dengan adanya letak geografis Indonesia yang strategis menyebabkan perubahan 2 musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Hal ini di sebabkan adanya angin muson. Pergerakannya yang berjalan selama 6 bulan sekali yang menyebabkan pergantian musim kemarau dan musim penghujan. Angin muson yang ada di Indonesia terbagi menjadi 2 yaitu :

- a. Angin muson barat yang terjadi pada bulan Oktober sampai bulan April. Ketika saat itu di wilayah bagian utara memiliki tekanan udara yang tinggi dari pada di daerah selatan. Sehingga membawa musim penghujan saat melewati Indonesia
 - b. Angin muson timur yang bertiup di bulan April sampai bulan Oktober. Berkebalikan dengan angin muson barat, angin yang bertiup di bumi bagian selatan memiliki tekanan udara lebih tinggi. Sehingga membawa musim panas yang melewati Indonesia.
2. Kelembaban udara yang tinggi

Adanya perbedaan angin muson ini yang membuat cuaca dan kelembaban udara yang tinggi. Kelembaban udara yang tinggi ini membuat suhu yang ada di Indonesia di nilai cukup stabil, tidak terlalu panas saat musim kemarau dan tidak terlalu dingin saat musim dingin.

R. Iklim di Indonesia - Jenis, Perubahan dan Pengaruh Bagi Dunia³⁸

Iklim di Indonesia memiliki 3 macam iklim yaitu *iklim musim (iklim muson)*, *iklim tropika (iklim panas)*, dan *iklim laut*. Namun di Indonesia lebih dikenal dengan iklim tropis yang bisa disebut biasanya dengan sebutan iklim panas. Iklim yang tidak dimiliki oleh negara lain, tak heran jika orang dari mancanegara berdatangan ke Indonesia hanya untuk menikmati iklim yang tidak dimiliki dinegaranya seperti berjemur dibawah terik matahari, merasakan sensasi yang berbeda di musim panas.

³⁸ <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/iklim-di-indonesia>

Jenis Iklim di Indonesia

3 iklim di indonesia diantaranya adalah :

1. Iklim Musim (Iklim Muson)



Gambar 2.21 Iklim Muson

Iklim musim terjadi karena angin musim yang bertiup berganti arah setiap setengah tahun sekali, iklim musim ini memberikan dampak negatif ataupun positif. Dengan adanya iklim musim di indonesia akan berganti musim dalam kurun waktu yang ditentukan sekitar 6 bulan sekali. Angin musim terdiri dari angin musim barat daya dan angin musim timur laut. Dengan adanya angin musim yang datang dalam kurun waktu 6 bulan sekali, kita dapat merasakan setiap pergantian musim yang terjadi di indonesia. Berikut adalah penjelasan dari 2 macam bagian angin dari iklim musim :

a. Angin musim barat daya

Pada angin musim barat daya ini bisa dibilang sifatnya basah. Angin musim barat daya adalah angin musim yang disebut dengan musim hujan, angin yang bertiup pada bulan tertentu ini yaitu dari bulan oktober sampai dengan bulan april sehingga sudah dipastikan bahwa indonesia akan mengalami musim hujan berkepanjangan.

Angin musim barat daya ini mempunyai banyak manfaat bagi seluruh makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Karena musim ini sangat dinanti-tunggu bagi seluruh makhluk hidup.

Bagaimana tidak dinanti-nanti karena sangat menguntungkan sekali bagi makhluk hidup yang memiliki banyak manfaat seperti :

- 1) Menyuburkan panen
- 2) Panen semakin menguntungkan
- 3) Tidak kekurangan sumber air
- 4) Hasil panen subur-subur
- 5) Tumbuhan semakin subur, lebat, indah
- 6) Hewan yang tidak kesulitan mencari sumber air
- 7) Hasil panen semakin meningkat
- 8) Manusia tidak kesulitan menemukan sumber air
- 9) Tingkat kesuburan tanaman semakin berkembang

Begitu banyak manfaat yang bisa kita rasakan ketika musim hujan tiba, sangat menguntungkan dalam kehidupan manusia sehari-hari.

b. Angin musim timur laut

Pada angin musim timur laut ini bisa dibilang sifatnya kering. Angin musim timur laut ini disebut juga dengan musim kemarau (musim kering). Angin yang bertiup pada bulan tertentu ini yaitu dari bulan april sampai dengan oktober sehingga sudah bisa dipastikan akan ada musim kemarau yang berkepanjangan. Angin musim ini sangat tidak diinginkan oleh manusia, hewan, dan tumbuhan karena ini sangat merugikan sekali bagi kelangsungan hidup makhluk hidup.

Berikut adalah kerugian dari adanya musim kemarau:

- 1) Sulit menemukan sumber air
- 2) Petani mengalami musim paceklik
- 3) Hewan kesulitan mencari sumber air
- 4) Hasil panen semakin menurun
- 5) Tingkat kesuburan tanaman semakin berkurang

2. Iklim Tropika (Iklim Panas)

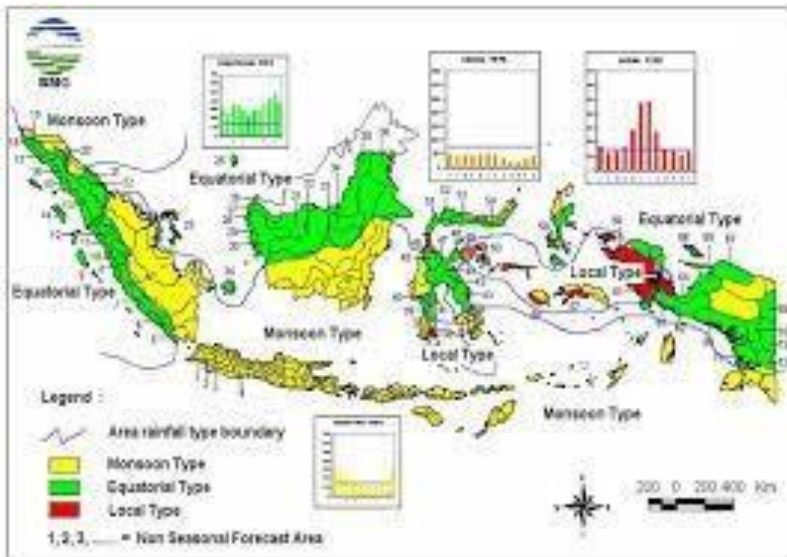
Indonesia yang terletak di sekitar garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia memiliki iklim tropika atau bisa disebut dengan iklim panas. Karena Indonesia memiliki suhu yang tinggi sehingga sekitar tahunan Indonesia akan mengalami musim paceklik atau yang disebut dengan musim panas berkepanjangan.



Gambar 2.22 Peta Indonesia

Iklim tropis di Indonesia terletak antara 0° - $23\frac{1}{2}^{\circ}$ LU/LS dan hampir 40 % dari permukaan bumi. Tak heran jika orang Indonesia terkadang suka mengeluh dengan cuaca panas yang ada di Indonesia karena menyebabkan banyak kerugian yang dialami oleh warga Indonesia. Sehingga warga Indonesia sangat berharap iklim panas ini segera berakhir berganti dengan musim hujan yang membuat keuntungan banyak bagi warga Indonesia.

3. Iklim Laut



Gambar 2.23 Negara Indonesia

Negara Indonesia adalah negara yang kaya akan objek wisata alam terutama indonesia merupakan negara yang memiliki laut, sungai atau samudera, sungai sangat memberikan manfaat sungai bagi kehidupan manusia. Oleh karena itu indonesia memiliki iklim laut. Iklim laut adalah iklim yang banyak mendatangkan hujan yang bersifat lembab sehingga indonesia bisa mengalami musim hujan yang berkepanjangan. Dengan adanya iklim laut ini warga indonesia merasakan kenyamanan karena lebih memiliki banyak keuntungan untuk membantu kelangsungan hidupnya.

Iklim laut berada di daerah :

a. Tropis dan Sub Tropis

Iklim sub tropis adalah area daerah tinggi atau pegunungan yang terletak di daerah tropis atau sub tropis, karena ketinggian berada didaerah pegunungan bisa mengakibatkan kekeringan. Bisa di bilang identik dengan iklim samudera yang iklimnya tersebut ada musim panas serta musim dingin stabil diantara kedua

musim. Dan biasanya di ketika musim tropis dan sub tropis datang suhu rata-rata tahunan rendah sehingga sering terjadinya hujan yang di sertai badai sehingga sangat membahayakan keberadaan warga indonesia jika tiba musim ini datang.

b. Daerah sedang

Sama hal nya dengan iklim tropis dan sub tropis. Daerah sedang memiliki ketinggian yang sedang keadaannya pun menjadi stabil seperti banyaknya awan, banyak hujan di musim dingin. Namun hujan yang turun tidak seperti di daerah tropis dan subtropis yang lebih dominan ke hujan yang disertai badai. Di daerah sedang ini hujan yang turun hanya rintik-rintik yang tidak terlalu membahayakan warga sekitar.

Perubahan iklim di Indonesia

Beberapa kondisi bisa merubah keadaan iklim suatu wilayah, begitu pula yang terjadi di Indonesia. Hal ini akan di tandai dengan adanya perubahan temperatur rata-rata harian yakni:

1. Pola curah hujan
2. Tinggi muka air laut
3. Variabilitas iklim (seperti El nino, La nina dan sebagainya)
Dengan adanya perubahan iklim bisa menyebabkan dampak serius pada pertanian, kesehatan, perekonomian dan lain sebagainya. Peningkatan temperatur harian ini berpengaruh dalam curah hujan yang biasanya ditentukan oleh sirkulasi monsun asia dan australia. Sirkulasi monsun mempunyai dua musim yang berubah dalam kurun waktu 6 bulan sekali yaitu musim hujan dan musim kemarau.

Perubahan iklim ini sangat berdampak pada :

1. Produksi bahan pangan terhambat seperti (ikan, jagung, padi, serta kebutuhan pokok lainnya)
2. Resiko banjir seperti di daerah pantai, laut dan daerah yang datarannya rendah
3. Pengiriman barang distribusi yang menggunakan transportasi laut

4. Tempat pariwisata atau objek wisata akan mengalami kerusakan

Dari penjelasan tersebut sudah bisa sangat dipastikan bahwa indonesia memiliki beberapa perubahan iklim yang ditentukan dalam kurun waktu tertentu oleh karena itu warga indonesia harus selalu siap siaga untuk menghadapi datangnya perubahan iklim pada waktu tertentu agar tidak terlalu memberikan dampak kerugian bagi warga indonesia sendiri.

Pengaruh Perkiraan seluruh musim di Indonesia

Indonesia yang terletak pada posisi yang strategis menyebabkan indonesia berada di wilayah yang rentan akan perubahan iklim atau cuaca. Perubahan iklim yang terjadi kurun waktu dalam 6 bulan sekali ini sudah dapat dipastikan sehingga perubahan iklim di indonesia dengan beberapa fenomena yang mempengaruhi iklim di indonesia.

Fenomena yang mempengaruhi iklim di Indonesia yaitu :

1. El Nino dan La Nina

Perubahan El Nino bisa menyebabkan curah hujan di sebagian besar di indonesia semakin berkurang . Tingkat berkurangnya curah hujan ini tergantung dari tingkat El Nino tersebut. El Nino juga bisa menyebabkan kekeringan panjang di indonesia sehingga memberikan dampak buruk seperti kebakaran hutan, efek rumah kaca, dan asap- asap yang beredar dimana-mana.

Kebakaran hutan ini sangat membahayakan bagi beberapa ekosistem, dengan ini cara yang akan melindungi dari kerusakan hutan :

- a. Fungsi hutan lindung
- b. Fungsi hutan bakau

Sedangkan La Nina adalah kebalikan dari El Nino yang bisa menyebabkan curah hujan di sebagian besar indonesia mengalami penurunan suhu muka laut. La Nina tidak dapat di prediksi dan sehingga periodenya pun tidak tetap. La nina terjadi sekitar tiga atau tujuh tahun sekali, dan dapat berlangsung 12 atau 36 bulan

2. Dipole Mode

Peristiwa Dipole Mode ditandai dengan adanya perbedaan anomali suhu permukaan laut antara samudera hindia tropis bagian barat dengan samudera hindia bagian timur. Anomali ini memiliki kondisi yang sangat dingin lebih dingin dari cuaca normal.

3. Sirkulasi Monsun Asia - Australia

Angin monsun adalah angin yang berhembus dan berganti arah dua kali atau polanya berlawanan sepanjang tahun. Ada dua macam angin monsun yaitu angin monsun Asia dan angin monsun Australia.

4. Daerah Pertemuan Angin Antar Tropis (Inter Tropical Convergence Zone / ITCZ)

Daerah pertemuan angin antar tropis merupakan tempat daerah panas dan selalu naik dan agak jarang ada angin. Di daerah ini terjadi pertemuan antara angin pasat timur laut dan angin pasat tenggara yang menyebabkan udara terangkat dan bisa menghasilkan badai konvektif.

5. Suhu Permukaan Laut di Wilayah Indonesia

Suhu permukaan laut di wilayah indonesia mempunyai pengaruh sangat penting terhadap curah hujan, sehingga bisa terdeteksi dari perubahan pada suhu.

Dan itu adalah penjelasan dari perkiraan seluruh musim di indonesia, perkiraan musim indonesia yang bisa di deteksi dan diperkirakan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) kapan akan terjadinya perubahan iklim atau cuaca di indonesia.

Keunggulan Iklim di Indonesia

Indonesia adalah negara yang berada di Benua Asia yang tepatnya di bagian Asia Tenggara dan indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis yang memiliki banyak keunggulan yang berbeda-beda diantara negara lain. Tak heran jika indonesia sering didatangi orang yang berasal dari mancanegara hanya untuk menikmati keindahan alam yang ada di indonesia.

Keunggulannya adalah :

1. Indonesia memiliki 3 musim yaitu iklim musim, iklim tropis, dan iklim laut
2. Indonesia bisa melakukan kegiatan ekonomi sepanjang tahun
3. Indonesia memiliki musim kemarau dan musim hujan yang datang setiap setengah tahun sekali
4. Indonesia memiliki cuaca yang tidak terlalu panas dan juga tidak terlalu dingin
5. Indonesia dengan beranekaragam kekayaan alam
6. Indonesia dengan hamparan tanah yang luas, subur dan mudah untuk ditanami tumbuh-tumbuhan, padi, bunga dan lain sebagainya
7. Indonesia yang memiliki berbagai macam laut, pantai, dan pulau yang terbentang luas.
8. Indonesia dengan kekayaan wisata alam

Dan itulah keunggulan dari Indonesia yang mempunyai banyak keunggulan yang tidak dimiliki di negara lain. Oleh karena itu abadikan dan lestarikan akan keindahan alam dan anekaragam kekayaan alam yang ada di Indonesia.

Pengaruh Iklim di Indonesia dengan Dunia

Indonesia memiliki 3 iklim yang berganti dalam waktu tertentu, hal ini banyak mempengaruhi bagi kehidupan manusia, terlebih jika sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia. dengan adanya pergantian iklim atau musim, memberikan pengaruh yang menguntungkan atau merugikan bagi warga Indonesia. Di Indonesia iklim memiliki banyak pengaruh bagi dunia serta memiliki dampak positif dan negatifnya.

Berikut adalah pengaruh iklim di Indonesia terhadap dunia :

1. Dampak terhadap sektor pariwisata

Perubahan iklim yang terjadi pada sektor pariwisata dapat mempengaruhi karakteristik dan pola kunjungan wisatawan baik dari dalam maupun dari mancanegara. Beberapa tempat pariwisata akan mengalami banjir, kekeringan, longsor, angin kencang, dan kerusakan terumbu karang. Sehingga dapat berpengaruh bagi daya tarik tempat

wisata tersebut yang bisa mengurangi para pengunjung baik dari dalam maupun dari mancanegara. Hal ini justru menyebabkan kerugian bagi pihak sektor pariwisata dikarenakan sedikit kunjungan dari wisatawan.

2. Dampak terhadap sektor pertanian

Perubahan iklim yang terjadi pada sektor pertanian sangat mempengaruhi terhadap hasil dari pertanian tersebut. Beberapa sawah akan mengalami kekeringan, hujan yang terlalu berlebihan, dan penanaman padi yang tidak teratur. Dikarenakan perubahan iklim cuaca yang dapat mempengaruhi hasil dari pertanian yang ada di wilayah pedesaan sehingga para petani terkadang mendapatkan keuntungan atau kerugian dengan hasil yang di dapat dari panen padinya.

3. Dampak terhadap transportasi

Kita sudah tau bahwa indonesia merupakan negara yang padat penduduk dan kemacetan hampir diseluruh sudut kota, jadi sudah tidak heran lagi jika penghuni nya tidak beraturan dikarenakan dengat padatnya penduduk dan kemacetan yang hampir setiap harinya terjadi. Termasuk dengan adanya perubahan iklim yang sudah selalu terjadi setiap tahun membuat dampak terhadap transportasi mengalami kemacetan, perjalanan yang tidak tepat waktu, menerobos jalan, menggunakan lahan jalan sebebasnya. Dan dari peristiwa ini lah yang dapat menimbulkan efek rumah kaca dan pemanasan global di setiap sudut kota sehingga diperlukannya observasi penghijauan di setiap kota agar hasilnya bisa sejuk, nyaman, dan kemacetan transportasi bisa berkurang.

4. Dampak iklim terhadap tanaman

Dengan adanya pergantian iklim atau musim pada kurun waktu tertentu dapat meberikan berbagai dampak pada apapun terutama dampak terhadap tanaman, dengan cuaca yang panas atau dengan musim hujan berkepanjangan iklim juga memberikan pengaruh banyak bagi tanaman seperti tanaman menjadi layu, kering, mudah mati atau

tempat yang di tanami tanaman terlalu lembab sehingga menyebabkan memperlambat pertumbuhan tanaman

5. Dampak ekologis bagi wilayah pesisir (mangrove)

Dengan adanya pemanasan global yang ada di indonesia telah memberikan dampak buruk bagi wilayah pesisir karena dapat menyebabkan terjadinya badai dan abrasi yang dapat merusak ekosistem daerah pesisir (mangrove), selain itu juga pemanasan global bisa memberikan dampak bagi kehidupan biota laut yang mengakitnya potensi kematian dan pemutihan terumbu karang di perairan tropis.

6. Dampak pada daerah arid dan gurun

Gurun adalah suatu daerah yang hanya menerima curah hujan yang sedikit karena daerahnya yang di permukaan tinggi mengakibatkan daerah gurun tidak bisa menerima musim hujan yang berkepanjangan, kondisi daerah gurun ini sangat gersang dengan sinar matahari yang sangat terik dan penguapan yang tinggi. Hal ini menyebabkan hanya tumbuhan yang berduri saja seperti kaktus yang dapat tumbuh di tempat ini. Tumbuhan yang memiliki banyak bunga dan tumbuhan lebat lainnya tidak akan bisa untuk tumbuh di daerah gurun ini.

7. Dampak dalam kehidupan manusia

Dampak perubahan musim dan iklim ini sangat memberikan pengaruh terhadap manusia sebagai penduduk duni baik terhadap kesehatan, lingkungan, ekonomi maupun dalam pelestarian flora dan fauna. Dampak yang sebagian besar merugikan ini diakibatkan oleh diri kita sendiri yang kurang kesadaran sehingga menimbulkan dampak bagi lingkungan kita sendiri.

Misalnya pembangunan di sembarang tempat yang tidak memperhatikan kelestarian lingkungan sekitar, penebangan hutan secara liar serta pembukaan lahan dengan cara membakar pohon - pohon yang ada di hutan yang dapat menyebabkan pemanasan global dan merusak lingkungan yang ada sekitar. Untuk itu semakin ditingkatkan

lagi kesadaran diri dan tanggung jawabnya untuk saling menjaga lingkungan untuk tidak mengotori dan memanfaatkan sesuatu yang bukan pada tempatnya. Dan itulah pengaruh dari iklim indonesia terhadap dunia yang bisa kapan saja menimbulkan dampak negatif atau positif bagi setiap sektor yang berbeda. Inilah hasil dari penjelasan iklim di indonesia, pembagian iklim, perubahan iklim, perkiraan seluruh iklim, dan pengaruh iklim pada dunia.

BAB 3 | SUMBER DAYA ALAM

A. Pengantar

Indonesia merupakan negara yang beruntung karena memiliki dimensi wilayah darat, laut dan udara. Dikatakan beruntung karena jika dibandingkan negara-negara lain banyak negara memiliki dimensi wilayah darat dan udara³⁹ saja, hal itu disebabkan letaknya jauh dari lautan.

Hal itu tertuang dalam amandemen UUD Negara Republik Indonesia 1945 Pasal 33 ayat (3) yang berbunyi *“Bumi, air dan kekayaan yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan sebesar-besarnya bagi kemakmuran rakyat”* penguasaan negara yang ada dalam Pasal 33 ayat (3) tersebut hanya mengatur pada bumi, air dan yang terkandung di dalamnya. Meskipun udara sebenarnya merupakan sumber daya alam juga yang perlu dimasukkan dalam UUD Negara.

Disatu sisi, Pasal 10 UUD 1945 menyatakan, —Presiden memegang kekuasaan tertinggi atas Angkatan Darat, Angkatan Laut dan Angkatan Udara. Jimly Asshidiqie mengutarakan bahwa⁴⁰ :

³⁹ E. Saefullah Wiradipradja, *“Wilayah Udara Negara (state air territory) Ditinjau dari Segi Hukum Internasional dan Nasional Indonesia”*, *Indonesian Journal of International Law*, Nomor 4 Juli, 2009, h. 498.

⁴⁰ Daniel Zuchron, *Menggugat Manusia dalam Konstitusi: Kajian Filsafat atas UUD 1945 Pasca Amandemen*, Jakarta: Rayana Komunikasindo, 2017, h. 21

“Perumusan Pasal 33 ayat 3 UUD 1945 yang tidak melibatkan unsur udara dan ruang angkasa dianggap sebagai suatu kelemahan. Meskipun Pasal 10 UUD 1945 menentukan bahwa terdapat kekuasaan angkatan udara dibawah kekuasaan pemerintahan Presiden, akan tetapi tidak terkait fungsi kekuasaan negara”

Penguasaan negara atas kekayaan alam sebagaimana dimaksud dalam Pasal 33 ayat (3) UUD 1945 seharusnya tidak hanya di darat, laut, melainkan juga di udara serta ruang angkasa. Meskipun cabang hukum internasional memiliki ketentuan-ketentuan dan prinsip-prinsip berkaitan dengan hukum udara dan ruang angkasa (Air and Outer space Law) akan tetapi, Pasal 33 ayat 3 UUD 1945 semestinya memberikan jaminan penguasaan negara terhadap kekayaan alam atas udara dan ruang angkasanya. Regulasi ruang udara dan ruang angkasa memang merupakan bidang yang relatif baru dibandingkan pengaturan internasional di wilayah bumi yang lain seperti halnya laut, akan tetapi tidak dapat dipungkiri bahwa ruang udara dan angkasa memiliki nilai ekonomis yang berdampak kepada regulasi yang kemudian hendak diatur khususnya berkenaan dengan ruang lingkup penguasaannya.⁴¹

Dua perjanjian internasional yang melegitimasi kepemilikan ruang udara atas ruang udara adalah Konvensi Paris 1919 dan Konvensi Chicago 1944. Dalam pasal 1 Konvensi Paris menyatakan bahwa

“the height contracting parties recognize that every power has the complete and exclusive sovereignty over the air space above its territory”,

“pihak-pihak yang bersepakat ketinggian mengakui bahwa setiap kekuatan memiliki kedaulatan penuh dan eksklusif atas ruang udara di atas wilayahnya”,

⁴¹ Sefriani, *Hukum Internasional Suatu Pengantar*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2010, h. 192

Pada Konvensi Chicago kepemilikan negara atas ruang udara di atur dalam pasal 1 yang berbunyi

" the contracting parties recognize that every power has the complete and exclusive sovereignty over the air space above its territory".

—pihak-pihak yang berkontrak mengakui bahwa setiap kekuasaan memiliki kedaulatan penuh dan eksklusif atas ruang udara di atas wilayahnya"

Pengakuan atas kepemilikan negara atas ruang udara kemudian dikukuhkan dengan memberikan atribut kedaulatan negara atas ruang udara dalam hukum internasional.

Padahal saat ini keberadaan ruang angkasa berhubungan erat dengan hajat hidup orang banyak, salah satunya pemanfaatan GSO (geo stationary orbit) yang merupakan sumber daya alam terbatas. Sehingga hal tersebut menimbulkan masalah baru khususnya bagi Indonesia sebagai negara khatulistiwa yang mana penempatan GSO berada di atasnya.

Pada Buku kita akan membahas Sumber Daya Alam yang lazim kita ketahui mulai dari tataran pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi.

B. Pengertian Sumber Daya Alam

Menurut Oxford Dictionaries. natural resources - definition of natural resources in English". 2023-03-20. Archived from the original on November 3, 2013.

*Natural resources are resources that are drawn from nature and used with few modifications. This includes the sources of valued characteristics such as commercial and industrial use, aesthetic value, scientific interest, and cultural value. On Earth, it includes sunlight, atmosphere, water, land, all minerals along with all vegetation, and wildlife*⁴²

⁴² "Natural resource dictionary definition | natural resource defined". Yourdictionary.com. Retrieved 2016-12-12. Natural-resource meaning [:] An actual or potential form of wealth supplied by nature, as coal, oil, water power, timber, arable land, etc. A material source of wealth, such as timber, fresh water, or a mineral deposit, that occurs in a natural state and has economic value. Something,

Sumber daya alam adalah sumber daya yang diambil dari alam dan digunakan dengan sedikit modifikasi. Ini termasuk sumber karakteristik bernilai seperti penggunaan komersial dan industri, nilai estetika, minat ilmiah, dan nilai budaya. Di Bumi, itu termasuk sinar matahari, atmosfer, air, tanah, semua mineral bersama dengan semua tumbuhan, dan satwa liar.

Menurut (Prawiro, 1980) Sumber daya alam (SDA) merupakan sumber daya yang dibentuk atau diciptakan oleh alam menurut hukum-hukumnya, tanpa campur tangan perbuatan manusia secara aktif.

Sumber daya alam (biasa disingkat **SDA**) adalah segala sesuatu yang berasal dari alam yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia.⁴³ Yang tergolong di dalamnya tidak hanya komponen biotik, seperti hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme, tetapi juga komponen abiotik, seperti minyak bumi, gas alam, berbagai jenis logam, air, dan tanah.[1][2] Inovasi teknologi, kemajuan peradaban dan populasi manusia, serta revolusi industri telah membawa manusia pada era eksploitasi sumber daya alam sehingga persediaannya terus berkurang secara signifikan, terutama pada satu abad belakangan ini.

Sumber daya alam mutlak diperlukan untuk menunjang kebutuhan manusia, tetapi sayangnya keberadaannya tidak tersebar merata dan beberapa negara seperti Indonesia, Brasil, Kongo, Maroko, dan berbagai negara di Timur Tengah memiliki kekayaan alam hayati atau nonhayati yang sangat berlimpah.⁴⁴

such as a forest, a mineral deposit, or fresh water, that is found in nature and is necessary or useful to humans. Any source of wealth that occurs naturally, especially minerals, fossil fuels, timber, etc.

⁴³ Barrow, C.J. (2010). How is environmental conflict addressed by SIA? *Environmental Impact Assessment Review* 30(5), 293-301.

⁴⁴ Winoto H. 2010. *Natural resources: The curse of developing countries?*. Diakses pada 6 Agustus 2011.

⁴⁵ ⁴⁶ Sebagai contoh, negara di kawasan Timur Tengah memiliki persediaan gas alam sebesar sepertiga dari yang ada di dunia dan Maroko sendiri memiliki persediaan senyawa fosfat sebesar setengah dari yang ada di bumi. Akan tetapi, kekayaan sumber daya alam ini sering kali tidak sejalan dengan perkembangan ekonomi di negara-negara tersebut.⁴⁷

C. Klasifikasi Sumber Daya Alam

Sumber daya alam sangat bervariasi dalam lokasi, kuantitas dan kualitasnya. Misalnya, tipe hutan tertentu hanya dapat ditemukan di negara tertentu. Juga wilayah geografis yang ditutupi oleh hutan dan kualitas kayu mungkin sangat berbeda di berbagai negara. Beberapa sumber daya dapat digunakan kembali setelah digunakan sekali. Klasifikasi sumber daya yang tepat didasarkan pada keterhabisan dan pembaruannya (Gbr. 3.1). Pada dasarnya sumber daya dapat dikategorikan sebagai *Inexhaustible* dan *Exhaustible*.

Inexhaustible Resources (Sumber daya yang tidak ada habisnya). Sumber daya yang tidak habis-habisnya tersedia dalam jumlah tak terbatas di bumi. Sementara beberapa sumber daya yang tidak habis-habisnya tetap tidak terpengaruh oleh dampak manusia, banyak lainnya mungkin menunjukkan beberapa perubahan dalam kualitasnya meskipun kuantitasnya mungkin tetap tidak berubah. Sumber daya seperti energi matahari, tenaga angin, tenaga pasang surut, curah hujan, dan bahkan energi atom, tidak dapat habis secara signifikan di tingkat global karena aktivitas manusia. Sumber daya tersebut

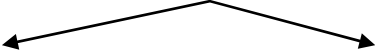
⁴⁵ Birstol PM. 2011. *Leone at 50: Rich in Natural Resources but Among Poorest Nations on Earth, What a Paradox!* Diarsipkan 2013-12-24 di Wayback Machine.. Diakses pada 6 Agustus 2011.

⁴⁶ WGBH Educational Foundation. 2002. *Whar role have the natural resources played in the politics and economy of the Middle East*. Diakses pada 6 Agustus 2011.

⁴⁷ Alayli MA. 2005. *Resource Rich Countries and Weak Institutions: The Resource Curse Effect* Diarsipkan 2011-06-12 di Wayback Machine

terkadang dapat dipengaruhi secara lokal oleh aktivitas manusia; misalnya, polusi dapat mengubah kualitas udara.

Tabel 3.1 Sumber Daya Alam Dasar

SUMBER DAYA ALAM Natural Resources ⁴⁸		
		
Inexhaustible Tidak ada habis	Exhaustible Ada Habis	
Energi matahari Tenaga angin Curah hujan Kekuatan pasang surut Tenaga air	Renewable Dapat diperbarui	Non-renewable Tak dapat Diperbarui
	• Air • Kesuburan tanah • Vegetasi alami • Kehidupan liar • Hewan air • Manusia	• Spesies biologis • Mineral

Inexhaustible Resources (Sumber daya yang habis)

Sejumlah besar sumber daya alam dapat habis, yaitu persediaannya terbatas di bumi dan dapat habis jika digunakan tanpa pandang bulu. Secara luas, sumber daya yang habis dapat berupa terbarukan atau tidak terbarukan.

Pada umumnya, sumber daya alam berdasarkan sifatnya dapat digolongkan menjadi SDA yang dapat diperbaharui (renewable resources) dan SDA tak dapat diperbaharui (non-renewable resources). SDA yang dapat diperbaharui adalah kekayaan alam yang dapat terus ada selama penggunaannya tidak dieksploitasi berlebihan. Tumbuhan, hewan, mikroorganisme, sinar matahari, angin, dan air adalah beberapa contoh SDA terbarukan.

⁴⁸ www.jiwaji.edu.com Unit 2 Natural Resources pdf

Walaupun jumlahnya sangat berlimpah di alam, penggunaannya harus tetap dibatasi dan dijaga untuk dapat terus berkelanjutan. SDA tak dapat diperbaharui adalah SDA yang jumlahnya terbatas karena penggunaannya lebih cepat daripada proses pembentukannya dan apabila digunakan secara terus-menerus akan habis. Minyak bumi, emas, besi, dan berbagai bahan tambang lainnya pada umumnya memerlukan waktu dan proses yang sangat panjang untuk kembali terbentuk sehingga jumlahnya sangat terbatas, minyak bumi dan gas alam pada umumnya berasal dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang hidup jutaan tahun lalu, terutama dibentuk dan berasal dari lingkungan perairan. Perubahan tekanan dan suhu panas selama jutaan tahun ini kemudian mengubah materi dan senyawa organik tersebut menjadi berbagai jenis bahan tambang tersebut.

Sumber daya alam merupakan bagian dari warisan alam umat manusia atau dilindungi dalam cagar alam. Area tertentu (seperti hutan hujan di Fatu-Hiva) (Gambar 3.2.) seringkali menampilkan keanekaragaman hayati dan geodiversitas dalam ekosistemnya.



Gambar 3.1 The rainforest in Fatu-Hiva, in the Marquesas Islands

Sumber daya alam dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara. Sumber daya alam adalah bahan dan komponen (sesuatu yang dapat digunakan) yang dapat ditemukan di dalam

lingkungan. Setiap produk buatan manusia terdiri dari sumber daya alam (pada tingkat dasarnya).

Sumber daya alam mungkin ada sebagai entitas yang terpisah seperti air tawar, udara, atau organisme hidup seperti ikan, atau dapat diubah oleh industri ekstraktif menjadi bentuk yang bermanfaat secara ekonomi yang harus diproses untuk mendapatkan sumber daya seperti bijih logam. , unsur tanah jarang, minyak bumi, kayu dan sebagian besar bentuk energi. Beberapa sumber daya dapat diperbarui, yang berarti dapat digunakan pada tingkat tertentu dan proses alam akan memulihkannya, sedangkan banyak industri ekstraktif sangat bergantung pada sumber daya tidak terbarukan yang hanya dapat diekstraksi satu kali.

Alokasi sumber daya alam dapat menjadi pusat dari banyak konfrontasi ekonomi dan politik baik di dalam maupun antar negara. Hal ini terutama berlaku selama periode kelangkaan dan kekurangan yang meningkat (penipisan dan konsumsi sumber daya yang berlebihan). Ekstraksi sumber daya juga merupakan sumber utama pelanggaran hak asasi manusia dan kerusakan lingkungan. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan dan agenda pembangunan internasional lainnya seringkali berfokus pada penciptaan ekstraksi sumber daya yang lebih berkelanjutan, dengan beberapa sarjana dan peneliti berfokus pada penciptaan model ekonomi, seperti ekonomi sirkular, yang tidak terlalu bergantung pada ekstraksi sumber daya, dan lebih pada penggunaan kembali, daur ulang, dan sumber daya terbarukan. yang dapat dikelola secara berkelanjutan.

D. Daya dukung lingkungan

Kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan semua makhluk hidup yang meliputi ketersediaan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan dasar dan tersedianya cukup ruang untuk hidup pada tingkat kestabilan sosial tertentu disebut daya dukung lingkungan. Keberadaan sumber daya alam di bumi tidak tersebar merata sehingga daya dukung lingkungan pada setiap daerah akan

berbeda-beda. Oleh karena itu, pemanfaatannya harus dijaga agar terus berkesinambungan dan tindakan eksploitasi harus dihindari. Pemeliharaan dan pengembangan lingkungan hidup harus dilakukan dengan cara yang rasional antara lain sebagai berikut:

1. Memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dengan hati-hati dan efisien, misalnya: air, tanah, dan udara.
2. Menggunakan bahan pengganti, misalnya hasil metalurgi (campuran).
3. Mengembangkan metode penambangan dan pemrosesan yang lebih efisien serta dapat didaur ulang.
4. Melaksanakan etika lingkungan dengan menjaga kelestarian alam.

E. Sumber Daya Alam di Indonesia

Indonesia merupakan negara dengan tingkat biodiversitas tertinggi kedua di dunia setelah Brasil. Fakta tersebut menunjukkan tingginya keanekaragaman sumber daya alam hayati yang dimiliki Indonesia dan hal ini, berdasarkan Protokol Nagoya, akan menjadi tulang punggung perkembangan ekonomi yang berkelanjutan.⁴⁹ Protokol Nagoya sendiri merumuskan tentang pemberian akses dan pembagian keuntungan secara adil dan merata antara pihak pengelola dengan negara pemilik sumber daya alam hayati, serta memuat penjelasan mengenai mekanisme pemanfaatan kekayaan sumber daya alam tersebut.⁵⁰ Kekayaan alam di Indonesia yang melimpah terbentuk oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Dilihat dari sisi astronomi, Indonesia terletak pada daerah tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi sehingga banyak jenis tumbuhan yang dapat hidup dan tumbuh dengan cepat.

⁴⁹ Hitipeuw J. 2011. *Indonesia, The World's Second Mega Biodiversity Country*. Dikutip dari Kompas, 16 Mei 2011.

⁵⁰ Dongan. 2010. *Selamat Datang Protokol Nagoya*. Diakses pada 8 Agustus 2011

2. Dilihat dari sisi geologi, Indonesia terletak pada titik pergerakan lempeng tektonik sehingga banyak terbentuk pegunungan yang kaya akan mineral.
3. Daerah perairan di Indonesia kaya sumber makanan bagi berbagai jenis tanaman dan hewan laut, serta mengandung juga berbagai jenis sumber mineral.⁵¹
4. Tingginya tingkat biodiversitas Indonesia ditunjukkan dengan adanya 10% dari tanaman berbunga yang dikenal di dunia dapat ditemukan di Indonesia, 12% dari mamalia, 16% dari hewan reptil, 17% dari burung, 18% dari jenis terumbu karang, dan 25% dari hewan laut.⁵² Di bidang agrikultur, Indonesia juga terkenal atas kekayaan tanaman perkebunannya, seperti biji coklat, karet, kelapa sawit, cengkeh, dan bahkan kayu yang banyak diantaranya menempati urutan atas dari segi produksinya di dunia.⁵³
5. Sumber daya alam di Indonesia tidak terbatas pada kekayaan hayatinya saja. Berbagai daerah di Indonesia juga dikenal sebagai penghasil berbagai jenis bahan tambang, seperti petroleum, timah, gas alam, nikel, tembaga, bauksit, timah, batu bara, emas, dan perak. Di samping itu, Indonesia juga memiliki tanah yang subur dan baik digunakan untuk berbagai jenis tanaman.⁵⁴ Wilayah perairan yang mencapai 7,9 juta km² juga menyediakan potensi alam yang sangat besar.

⁵¹ Kadek. 2008. *Natural resources in Indonesia* Diarsipkan 2010-12-22 di Wayback Machine.. Diakses pada 8 Agustus 2011

⁵² World Expo 2010 Shanghai China. 2010. *Diversity of its Natural Resources* Diarsipkan 2011-10-25 di Wayback Machine.. Di akses pada 8 Agustus 2011.

⁵³ Sohibi. 2007. *10 Rekor kekayaan alam Indonesia* Diarsipkan 2011-08-23 di Wayback Machine.. Diakses pada 8 Agustus 2011.

⁵⁴ Index Mundi. 2011. *Indonesian Natural Resources*. Diakses pada 8 Agustus 2011.

Berikut potret sumber daya alam di Indonesia:



Gambar 3.2 Wilayah perairan Natuna
Sumber: Majalah Kagama Online



Gambar 3.3 Lahan pertanian Jatiluwih Sawah berundak di
Ubud Bali
Sumber: Boombastis



Gambar 3.4 Komodo

Pulau Komodo (Taman Nasional Komodo, Indonesia)
Sumber: *Review – Tripadvisor*



Gambar 3.5 Kura-kura

Temukan Kura-kura Raksasa di Hutan Meratus

Sumber: *Biodiversitas Indonesia*:



Gambar 3.6 Terumbu Karang Indonesia Sangat Diminati Dunia

Sumber: *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

F. Sumber Daya Alam dan Pertumbuhan Ekonomi

Sumber daya alam dan tingkat perekonomian suatu negara memiliki kaitan yang erat, dimana kekayaan sumber daya alam secara teoretis akan menunjang pertumbuhan ekonomi yang pesat. Akan tetapi, pada kenyataannya hal tersebut justru sangat bertentangan karena negara-negara di dunia yang kaya akan sumber daya alamnya sering kali merupakan negara dengan tingkat ekonomi yang rendah. Kasus ini dalam bidang ekonomi sering pula disebut Penyakit Belanda.⁵⁵

⁵⁵ Van Wijnbergen, Sweder (1984). "The 'Dutch Disease': A Disease After All?" *The Economic Journal* 94 373:41.DOI:10.2307/2232214

Hal ini disebabkan negara yang cenderung memiliki sumber pendapatan besar dari hasil bumi memiliki kestabilan ekonomi sosial yang lebih rendah daripada negara-negara yang bergerak di sektor industri dan jasa. Di samping itu, negara yang kaya akan sumber daya alam juga cenderung tidak memiliki teknologi yang memadai dalam mengolahnya. Korupsi, perang saudara, lemahnya pemerintahan dan demokrasi juga menjadi faktor penghambat dari perkembangan perekonomian negara-negara tersebut.^[7] Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pembenahan sistem pemerintahan, pengalihan investasi dan penyokongan ekonomi ke bidang industri lain, serta peningkatan transparansi dan akuntabilitas dalam pemberdayaan sumber daya alam. Contoh negara yang telah berhasil mengatasi hal tersebut dan menjadikan kekayaan alam sebagai pemicu pertumbuhan negara adalah Norwegia dan Botswana.⁵⁶

G. Pemanfaatan Sumber Daya Alam

Sumber daya alam memiliki peranan dalam pemenuhan kebutuhan manusia. Untuk memudahkan pengkajiannya, pemanfaatan SDA dibagi berdasarkan asalnya, yaitu SDA "hayati" dan "nonhayati".

1. Sumber daya alam hayati

Sumber daya alam hayati adalah sumber daya alam yang berasal dari makhluk hidup, atau berhubungan dengan makhluk hidup. Indonesia merupakan negara kedelapan yang menandatangani United Nations Convention On Biological Diversity mengenai konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) tentang keanekaragaman hayati di Rio De Janeiro, Brasil, pada tanggal 5 Juni 1992.

Penjelasan dalam UU No. 5 tahun 1994 tentang Konvensi Keanekaragaman hayati, disebutkan bahwa manfaat meratifikasi Konvensi PBB ini adalah :

⁵⁶ Piteresz G. 2011. *Dutch Disease*. Diakses pada 8 Agustus 2011

- a. Penilaian dan pengakuan dunia internasional bahwa Indonesia peduli terhadap masalah lingkungan hidup dunia yang menyangkut bidang keanekaragaman hayati dan ikut bertanggung jawab menyelamatkan kelangsungan hidup manusia pada umumnya dan bangsa Indonesia pada khususnya
- b. Penguasaan dan pengendalian dalam mengatur akses terhadap alih teknologi, berdasarkan asas perlakuan dan pembagian keuangan yang adil dan tidak bertentangan dengan peraturan perundang undangan nasional
- c. Peningkatan kemampuan pemanfaatan dan pengembangan teknologi yang diperlukan untuk memanfaatkan secara lestari dan meningkatkan nilai tambah keanekaragaman hayati Indonesia dengan mengembangkan sumber daya genetik
- d. Peningkatan pengetahuan yang berkenaan dengan keanekaragaman hayati Indonesia, sehingga dalam pemanfaatannya Indonesia benar-benar menerapkan asas ilmu pengetahuan dan teknologi
- e. Jaminan bahwa pemerintah Indonesia dapat menggali kerja sama di bidang teknik ilmiah, baik antar sektor pemerintah maupun swasta, di dalam dan di luar negeri, memadukan sejauh mungkin pelestarian dan pemanfaatan keanekaragaman hayati ke dalam rencana, program, dan kebijakan, baik secara sektoral maupun lintas sektoral
- f. Pengembangan dan penanganan bioteknologi sehingga Indonesia tidak dijadikan ajang uji coba pelepasan organisme yang telah direkayasa secara bioteknologi oleh negara lain
- g. Pengembangan sumber dana untuk penelitian dan pengembangan keanekaragaman hayati Indonesia
- h. Pengembangan kerja sama internasional untuk peningkatan kemampuan dalam konservasi dan pemanfaatan keanekaragaman hayati meliputi :

- i. Penempatan dan pemanfaatan keanekaragaman hayati, baik secara in-situ dan ex-situ.
- j. Pengembangan pola insentif baik secara sosial budaya maupun ekonomi untuk upaya perlindungan dan pemanfaatan secara lestari.
- k. Pertukaran informasi, dan Pengembangan pendidikan, pelatihan, penyuluhan, dan peningkatan peran serta masyarakat.⁵⁷

H. Tumbuhan

Tumbuhan merupakan sumber daya alam yang sangat beragam dan melimpah. Organisme ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan oksigen dan pati melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, tumbuhan merupakan produsen atau penyusun dasar rantai makanan. Eksploitasi tumbuhan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan bahkan kepunahan dan hal ini akan berdampak pada rusaknya rantai makanan. Kerusakan yang terjadi karena punahnya salah satu faktor dari rantai makanan akan berakibat punahnya konsumen tingkat di atasnya. Pemanfaatan tumbuhan oleh manusia diantaranya:

1. Bahan makanan: padi, jagung, gandum, tebu
2. Bahan bangunan: kayu jati, kayu mahoni
3. Bahan bakar (biosolar): kelapa sawit
4. Obat: jahe, daun binahong, kina, mahkota dewa
5. Pupuk kompos.

I. Pertanian dan Perkebunan

Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena sebagian besar penduduk Indonesia mempunyai pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam.⁵⁸ Data statistik pada tahun 2001 menunjukkan bahwa 45% penduduk Indonesia bekerja di

⁵⁷ Sukanda Husin, S.H, LL.M. *Penegakan Hukum Lingkungan Indonesia*. Jakarta: Sinar Grafika, 2009, hlm. 79

⁵⁸ Nugraha P. 2011. *Presiden PKS Mulai Dekati Petani*. Dikutip dari *harian Kompas*, 23 April 2011.

bidang agrikultur.^[18] Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa negara ini memiliki lahan seluas lebih dari 31 juta ha yang telah siap tanam, dimana sebagian besarnya dapat ditemukan di Pulau Jawa. Pertanian di Indonesia menghasilkan berbagai macam tumbuhan komoditas ekspor, antara lain padi, jagung, kedelai, sayur-sayuran, cabai, ubi, dan singkong. Di samping itu, Indonesia juga dikenal dengan hasil perkebunannya, antara lain karet (bahan baku ban), kelapa sawit (bahan baku minyak goreng), tembakau (bahan baku obat dan rokok), kapas (bahan baku tekstil), kopi (bahan minuman), dan tebu (bahan baku gula pasir).⁵⁹

J. Hewan, Peternakan, dan Perikanan

Sumber daya alam hewan dapat berupa hewan liar maupun hewan yang sudah dibudidayakan. Pemanfaatannya dapat sebagai pembantu pekerjaan berat manusia, seperti kerbau dan kuda atau sebagai sumber bahan pangan, seperti unggas dan sapi. Untuk menjaga keberlanjutannya, terutama untuk satwa langka, pelestarian secara in situ dan ex situ terkadang harus dilaksanakan. Pelestarian in situ adalah pelestarian yang dilakukan di habitat asalnya, sedangkan pelestarian ex situ adalah pelestarian dengan memindahkan hewan tersebut dari habitatnya ke tempat lain. Untuk memaksimalkan potensinya, manusia membangun sistem peternakan, dan juga perikanan, untuk lebih memberdayakan sumber daya hewan.

K. Sumber Daya Alam Nonhayati

Sumber daya alam nonhayati ialah sumber daya alam yang dapat diusahakan kembali keberadaannya dan dapat dimanfaatkan secara terus-menerus, contohnya: air, angin, sinar matahari, dan hasil tambang.

⁵⁹ *Encyclopedia of the Nations*. 2011. *Indonesia - Agriculture*. Diakses pada 9 Agustus 2011.

1. Air

Air merupakan salah satu kebutuhan utama makhluk hidup dan bumi sendiri didominasi oleh wilayah perairan.⁶⁰ Dari total wilayah perairan yang ada, 97% merupakan air asin (wilayah laut, samudra, dll.) dan hanya 3% yang merupakan air tawar (wilayah sungai, danau, dll.).⁶¹ Seiring dengan pertumbuhan populasi manusia, kebutuhan akan air, baik itu untuk keperluan domestik dan energi, terus meningkat. Air juga digunakan untuk pengairan, bahan dasar industri minuman, penambangan, dan aset rekreasi. Di bidang energi, teknologi penggunaan air sebagai sumber listrik sebagai pengganti dari minyak bumi telah dan akan terus berkembang karena selain terbarukan, energi yang dihasilkan dari air cenderung tidak berpolusi dan hal ini akan mengurangi efek rumah kaca.

2. Angin

Pada era ini, penggunaan minyak bumi, batu bara, dan berbagai jenis bahan bakar hasil tambang mulai digantikan dengan penggunaan energi yang dihasilkan oleh angin. Angin mampu menghasilkan energi dengan menggunakan turbin yang pada umumnya diletakkan dengan ketinggian lebih dari 30 meter di daerah dataran tinggi. Selain sumbernya yang terbarukan dan selalu ada, energi yang dihasilkan angin jauh lebih bersih dari residu yang dihasilkan oleh bahan bakar lain pada umumnya. Beberapa negara yang telah mengaplikasikan turbin angin sebagai sumber energi alternatif adalah Belanda dan Inggris.⁶²

⁶⁰ USGS. 2011. *Water Use in the United States, 2005*. Diakses pada 10 Agustus 2011

⁶¹ "Earth's water distribution". United States Geological Survey. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2012-06-29. Diakses tanggal 2009-05-13.

⁶² Barrow M. 2010. *Natural Resources* Diarsipkan 2011-11-13 di Wayback Machine.. Diakses pada 6 Agustus 2011.

3. Udara

Udara adalah sumber daya alam yang merupakan faktor yang amat penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Tanpa udara yang bersih dan segar manusia tidak dapat menjalankan kehidupan dengan baik. Demikian dengan makhluk hidup lainnya yang juga tidak dapat melangsungkan kehidupannya tanpa udara.

Udara yang bersih adalah udara yang mengandung banyak manfaat bagi manusia. Udara yang bersih bebas dari segala macam sesuatu yang tidak dibutuhkan oleh manusia, baik itu berupa zat-zat atau partikel-partikel padat seperti debu, kotoran, dan lainnya maupun berupa gas-gas yang tidak diperlukan karena sifatnya yang merugikan, seperti karbon dioksida, karbon monoksida, dan gas-gas yang berbahaya lainnya. Udara yang bersih dan sehat ini memiliki ciri-ciri khusus yang membedakannya dengan udara yang cenderung tidak baik atau cenderung tercemar [7]. Beberapa ciri udara bersih dan sehat, antara lain :

- a. Tidak berwarna
- b. Tidak berbau
- c. Tidak berasa
- d. Tidak tercampur dengan benda asing
- e. Terasa segar apabila kita hirup
- f. Terasa sejuk
- g. Dapat digunakan sebagai terapi kesehatan tubuh

Pengertian, Karakteristik dan Manfaat GSO

Geostationary Orbit (untuk uraian selanjutnya disingkat GSO) atau dalam bahasa Indonesia disebut orbit geostasioner, mempunyai banyak pengertian, antara lain: orbit, lingkaran, garis perjalanan bintang (mengitari yang lain) dan garis perjalanan satelit.

Orbit geostasioner juga dikenal sebagai orbit penempatan satelit, yaitu suatu lingkaran berbentuk cincin tiga dimensi yang mengelilingi bumi di atas khatulistiwa pada ketinggian kurang lebih 36.000 km, dan berjarak kurang lebih 42 km dari pusat gaya tarik bumi, serta ditegaskan

dalam Pasal 33 Konvensi Telekomunikasi Internasional 1973.⁶³

Orbit ini unik, karena memungkinkan benda-benda angkasa buatan seperti satelit, laboratorium ruang angkasa yang ditempatkan pada orbit geostasioner berada pada posisi seolah-olah diam terhadap permukaan bumi (stationer). Sehingga antena di bumi yang diarahkan ke satelit tidak perlu digeser-geser mengikuti satelit. Hal ini sangat menguntungkan, misalnya bagi telekomunikasi, karena sekali antena di bumi diarahkan pada satelit dalam GSO, tidak usah mengikuti lagi lintasan satelit.⁶⁴

Sehubungan dengan pengertian orbit geostasioner ini, Prof. Dr. Priyatna Abdurrasyid (pakar Hukum Udara dan Ruang Angkasa dari Indonesia) memberikan pengertian tentang GSO dengan merumuskan:

—Orbit geostasioner adalah suatu jalur orbit di atas padang khatulistiwa pada jarak ketinggian lebih kurang 36.000 km dari permukaan bumi di mana sebuah benda (misalnya satelit) yang ditempatkan di orbit ini memiliki waktu putaran yang sama dengan waktu rotasi (putaran bumi) dan bergerak searah dengan bumi.⁶⁵

Orbit geostasioner merupakan suatu ruang yang berbentuk tembu gelang melingkari bumi pada padang khatulistiwa, dan merupakan suatu jalur atau tempat kedudukan satelit buatan yang posisinya relatif tetap terhadap permukaan bumi.⁶⁶

⁶³ Article 33 berbunyi: "...the geostationary orbit are limited natural resources that they must be used efficiently and economically so that countries or group of countries may have equitable access to both in conformity with the provisions of the Radio Regulations according to their needs and the technical facilities at their disposal".

⁶⁴ Endang Suherman, *Wilayah Udara dan Wilayah Dirgantara*, Penerbit: PT Alumni, Bandung, (Edisi Baru), 2009, hlm., 10.

⁶⁵ Priyatna Abdurrasyid., *Beberapa Aspek Hukum Orbit Geostasioner*, Departemen Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta, 2003, hlm 3.

⁶⁶ Pendapat ini ini dikemukakan oleh Ka-Staf TNI AU pada acara Seminar Ruang Udara Nasional sebagai Asset Pembangunan, Jakarta, 10 Desember 1991,

GSO telah diakui oleh dunia internasional sebagai sumber daya alam terbatas, yang sebagian besar digunakan untuk komunikasi, dan juga sangat cocok untuk penempatan satelit orbit. Pertumbuhan teknologi ruang angkasa menunjukkan kecenderungan untuk memanfaatkan Orbit Geostasioner dengan prinsip first come first served. Hal ini merupakan hambatan bagi negara-negara berkembang yang teknologinya belum maju. Sedangkan orbit geostasioner adalah sumber daya alam yang terbatas, langka dan sangat penting bagi semua negara. Kemajuan teknologi khususnya teknologi penerbangan, telah membawa pengaruh (akibat) bagi kehidupan manusia yang kini telah mampu melakukan penerbangan ke dan di ruang angkasa. Berbagai bentuk pesawat ruang angkasa dan berbagai jenis satelit telah diciptakan, terutama oleh negara maju. Kesemuanya itu ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan umat manusia. Semua usaha ini mencapai puncaknya setelah Rusia pada tanggal 4 Oktober 1957 berhasil meluncurkan SPUTNIK-I yang mengorbit mengelilingi bumi, dan seterusnya APOLLO 11 menjelajahi ruang angkasa dan melakukan pendaratan di bulan.⁶⁷

Indonesia, sebagai salah satu negara yang sedang membangun, telah menikmati kemajuan teknologi ruang angkasa ini sejak tahun 1976, yaitu dengan dimiliki dan dioperasikannya satelit PALAPA A-1. Satelit ini diluncurkan dan dioperasikan di suatu orbit yaitu orbit geostasioner. Orbit ini dinilai sangat menguntungkan dibandingkan dengan orbit lainnya, seperti orbit rendah, orbit medium dan orbit tinggi.

hlm., 4. ⁶⁷ Priyatna Abdurrasyid., *Kedaluatan Negara di Ruang Udara*, Penerbit: Rajawali Press, (Edisi Baru), 2007, hlm., 10.

⁶⁷ Priyatna Abdurrasyid., *Kedaluatan Negara di Ruang Udara*, Penerbit: Rajawali Press, (Edisi Baru), 2007, hlm., 10

4. Tanah

Tanah adalah komponen penyusun permukaan bumi. Tanah termasuk salah satu sumber daya alam nonhayati yang penting untuk menunjang pertumbuhan penduduk dan sebagai sumber makanan bagi berbagai jenis makhluk hidup. Pertumbuhan tanaman pertanian dan perkebunan secara langsung terkait dengan tingkat kesuburan dan kualitas tanah. Tanah tersusun atas beberapa komponen, seperti udara, air, mineral, dan senyawa organik. Pengelolaan sumber daya nonhayati ini menjadi sangat penting mengingat pesatnya pertumbuhan penduduk dunia dan kondisi cemaran lingkungan yang ada sekarang ini.⁶⁸

5. Hasil tambang

Sumber daya alam hasil penambangan memiliki beragam fungsi bagi kehidupan manusia, seperti bahan dasar infrastruktur, kendaraan bermotor, sumber energi, maupun sebagai perhiasan. Berbagai jenis bahan hasil galian memiliki nilai ekonomi yang besar dan hal ini memicu eksploitasi sumber daya alam tersebut. Beberapa negara, seperti Indonesia dan Arab, memiliki pendapatan yang sangat besar dari sektor ini.⁶⁹ Jumlahnya sangat terbatas, oleh karena itu penggunaannya harus dilakukan secara efisien. Beberapa contoh bahan tambang dan pemanfaatannya:

a. Minyak bumi

- 1) Avtur untuk bahan bakar pesawat terbang;
- 2) Bensin untuk bahan bakar kendaraan bermotor;
- 3) Minyak tanah untuk bahan baku lampu minyak;
- 4) Solar untuk bahan bakar kendaraan diesel;
- 5) LNG (Liquid Natural Gas) untuk bahan bakar kompor gas;
- 6) Oli ialah bahan untuk pelumas mesin;
- 7) Vaseline ialah salep untuk bahan obat;

⁶⁸ Northern Territory Government. 2007. *Natural Resources, Environment, The Arts and Sport: Soil*. Diakses pada 10 Agustus 2011.

⁶⁹ Frederick WH, Worden RL. 1993. *Indonesia*. Diakses pada 10 Agustus 2011.

- 8) Parafin untuk bahan pembuat lilin; dan
- 9) Aspal untuk bahan pembuat jalan (dihasilkan di Pulau Buton)⁷⁰
- b. Batu bara
Dimanfaatkan untuk bahan bakar industri dan rumah tangga.
- c. Bijih besi
Untuk peralatan rumah tangga, pertanian dan lain-lain
- d. Tembaga
Merupakan jenis logam yang berwarna kekuning-kuningan, lunak dan mudah ditempa.
- e. Bauksit
Sebagai bahan dasar pembuatan aluminium.
- f. Emas, perak, dan perunggu untuk perhiasan
- g. Marmer
Untuk bahan bangunan rumah atau gedung
- h. Belerang
Untuk bahan obat penyakit kulit dan korek api
- i. Yodium
Untuk obat dan peramu garam dapur beryodium
- j. Nikel
Untuk bahan pelapis besi agar tidak mudah berkarat.
- k. Gas alam
Untuk bahan bakar kompor gas
- l. Mangan
Untuk pembuatan pembuatan besi baja
- m. Grafit
Bermanfaat untuk membuat pensil, dan bahan pembuatan baterai

⁷⁰ Buton Asphalt Indonesia. 2012. *Buton Asphalt Indonesia*. Di akses pada 2 Februari 2012.

BAB 4 | SUMBER DAYA LAHAN

A. Pengantar

Apa perbedaan Tanah dan Lahan?

Ada banyak kesalahan yang terjadi dalam tata bahasa yang sering digunakan masyarakat kita. Kesalahan-kesalahan tersebut telah berlangsung sejak lama dan berlaku terus menerus hingga kini dianggap sebagai suatu hal yang wajar. Salah satu bentuk kesalahan tersebut misalnya dalam menyebutkan tanah dan lahan. Sebutan tanah dan lahan sering kali digunakan dalam penempatan yang keliru. Tak jarang keduanya bahkan dianggap sama.



Gambar 4.1 Lahan perkotaan

Secara umum, perbedaan tanah dan lahan memang sulit diidentifikasi jika kita tidak teliti dan berpikir jernih melihat keduanya. Adapun, tanah dan lahan sebetulnya memiliki perbedaan pada pengertian, dimensi, serta unsur-unsur penyusunnya.

Perbedaan Tanah dan Lahan

1. Perbedaan Pengertian

Perbedaan tanah dan lahan yang pertama bisa kita lihat dari pengertiannya. Pengertian tanah adalah hasil pelapukan batuan dan bahan organik di permukaan bumi akibat pengaruh berbagai faktor lingkungan yang berlangsung dalam waktu lama. Tanah menjadi tempat hidup berbagai organisme tanah. Sementara pengertian lahan adalah lingkungan fisik yang terdiri atas tanah, air, vegetasi, iklim dan benda-benda lainnya yang berada di suatu lahan. Dari kedua pengertian di atas, kita dapat mengetahui beberapa perbedaan tanah dan lahan yang paling mendasar. Tanah dianggap sebagai benda fisik yang dapat dipegang dan berwujud nyata. Tanah merupakan bagian tersendiri dari suatu luasan lahan. Tanah termasuk unsur dari lahan. Sementara itu, lahan memiliki cakupan yang lebih luas, di dalamnya terdapat beragam unsur yang menyusunnya termasuk di antaranya adalah tanah.

2. Perbedaan Dimensi

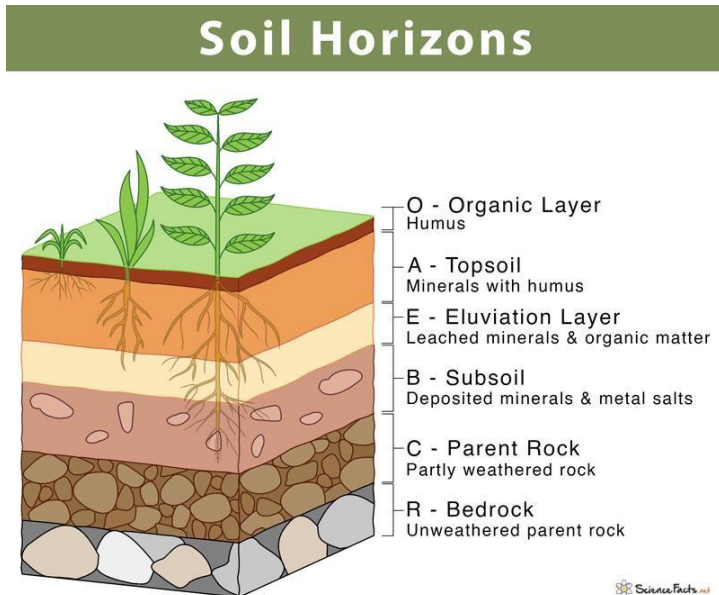
Dari pengertian di atas, kita dapat mengetahui bahwa perbedaan tanah dan lahan juga terletak pada dimensi keduanya. Tanah dapat kita asumsikan sebagai suatu benda 3 dimensi yang dapat kita ukur volumenya. Sementara lahan dapat kita asumsikan dari perspektif 2 dimensi yang dapat kita ukur luasnya. Nah, dari sudut pandang atau perspektif dimensinya ini, kita dapat menyimpulkan bahwa ketika kita menyebutkan lahan, maka perspektifnya harus 2 dimensi, artinya kita harus mengatakan luas lahan bukan luas tanah. Kesalahan ini sering terjadi dalam surat menyurat jual beli lahan. Hingga kini masih kita temukan penulisan jual beli

tanah seluas X meter persegi. Padahal seharusnya adalah jual beli lahan seluas X meter persegi.

3. Perbedaan Unsur

Unsur-unsur penyusun tanah cenderung lebih rgani. Tanah tersusun atas bahan rganic (5%), bahan mineral (45%), air (25%), dan udara (25%). Sementara lahan tersusun atas unsur-unsur yang lebih kompleks, selain unsur tanah, lahan juga mencakup unsur iklim dan cuaca (kondisi atmosfer) yang masih dalam luasan sama. Beberapa unsur lahan di antaranya tanah, suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara, dan lain sebagainya.

Jika kita mau menggunakan bahasa Inggris maka akan lebih jelas perbedaannya Tanah = Soil dan Lahan = Land. Sehingga ada ungkapan Land Reform, bentuk lahan (Landform), bentang lahan (Landscape).



Gambar 4.2 Lapisan tanah

B. Definisi Lahan

Lahan merupakan tanah yang sudah ada peruntukannya dan umumnya ada pemiliknya (perorangan atau lembaga) (Jayadinata, 1992).⁷¹ Sedangkan menurut Sugandhy (1999)⁷² lahan merupakan permukaan bumi sebagai tempat berlangsungnya aktivitas manusia. Pengertian lahan terbagi menjadi dua segi, yaitu berdasarkan segi geografi fisik dan segi ekonomi (Lichfield dan Drabkin, 1980).⁷³

Berdasarkan segi geografi, lahan merupakan tanah yang tetap dalam lingkungannya dan kualitas fisik tanah sangat menentukan fungsinya. Sedangkan menurut segi ekonomi, lahan adalah sumber alamiah yang nilainya tergantung dari produksinya. Lahan merupakan suatu komoditi yang memiliki harga, nilai dan biaya.

Lahan adalah permukaan bumi yang mencakup iklim, topografi/relief, hidrologi serta keadaan/jenis vegetasi. Selain itu lahan terdiri dari tanah, bahan induk/batuan, mineral dan unsur hara yang terkandung dan memiliki fungsi yang dimanfaatkan oleh makhluk hidup. Sifat lahan dapat berupa atribut atau keadaan unsur - unsur lahan yang terukur atau dapat diperkirakan, seperti sifat fisik tanah (tekstur tanah dan struktur tanah), temperatur dan sebagainya. Salah satu fungsi lahan yaitu untuk dimanfaatkan dan dikelola oleh manusia untuk meningkatkan kualitas hidup. (Nurmaranti Alim, 2022)⁷⁴

Jika melihat beberapa definisi lahan diatas dapat disimpulkan bahwa lahan adalah sumberdaya alam yang terbatas dimana dalam penggunaannya memerlukan penataan dengan tujuan demi kesejahteraan masyarakat.

⁷¹ Jayadinata, Johara T. 1992. *Pembangunan Desa dalam Perencanaan*. Bandung: ITB.

⁷² Aca Sugandhy ir., M.Sc, 1999, *Penataan ruang dalam pengelolaan lingkungan hidup*, Jakarta, Gramedia Pustaka

⁷³ Lichfield, D. dan Drabkin, H. Darin. 1980. *"Land Policy and Urban Growth"*. Oxford: Pegamon Press.

⁷⁴ Nurmaranti Alim., dkk. *Pengelolaan Lahan Kering*, Yayasan Kita Menulis, 2022 ISBN: 978-623-342-459-2 Cetakan 1, Mei 2022

C. Jenis Lahan

Secara umum kita mengenal ada tiga jenis lahan di dalam pertanian:

1. Lahan Basah
2. Lahan Gambut
3. Lahan Kering

1. Pertanian Lahan Basah⁷⁵

Pertanian lahan basah merupakan jenis kegiatan pertanian yang memanfaatkan lahan basah. Lahan basah yang dimaksud pada pertanian lahan basah ini adalah lahan yang kontur tanahnya merupakan jenis-jenis tanah yang jenuh dengan air.

Itu artinya, tanah pada lahan pertanian basah ini memiliki kandungan air yang tinggi, bahkan tidak jarang lahan pertanian basah ini tergenang oleh air sepanjang waktu. Atau bisa juga lahan pertanian basah ini tidak pernah mengalami kekeringan yang berarti karena memiliki kandungan air yang berlimpah secara alami.

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang memiliki ekosistem lahan basah terluas di Asia, setelah China, dengan luas lahan basah sekitar $\pm 40,5$ juta Ha, atau sekitar 20% dari luas kawasan Indonesia.

Ciri-ciri dari pertanian lahan basah

Adapun, sebuah pertanian lahan basah memiliki beberapa ciri- ciri dan juga karakteristik tertentu. Berikut ini adalah beberapa ciri- ciri umum dan juga karakteristik tertentu dari sebuah pertanian lahan basah :

- a. Memiliki kadar air yang tinggi
- b. Sebagian atau keseluruhan dari wilayah tersebut digenangi oleh air

⁷⁵ <https://ilmugeografi.com/ilmu-sosial/pertanian-lahan-basah-dan-lahan-kering>

- c. Merupakan lahan yang sifatnya cenderung menetap, namun ada beberapa yang merupakan lahan basah musiman
- d. Memiliki tingkat kekerasan kontur tanah yang lembek dan juga labil
- e. Merupakan daerah pertanian yang subur, dan mengandung banyak air
- f. Memiliki muka air tanah yang dangkal
- g. Banyak terdapat tanaman dan juga tumbuhan yang mengarah kepada tumbuhan air ataupun tumbuhan bakau
- h. Biasanya berlokasi di ketinggian 300 meter di atas permukaan laut

Contoh dari pertanian lahan basah atau wetlands

Ada beberapa lokasi yang bisa kita definisikan sebagai sebuah lahan pertanian basah, meskipun beberapa diantaranya ada yang kurang cocok untuk dijadikan sebagai sebuah lahan pertanian, seperti :

- a. Persawahan
- b. Lahan gambut
- c. Rawa-rawa
- d. Daerah payau dan juga hutan bakau

Pemanfaatan dari pertanian lahan basah

Secara umum, sebuah lahan basah atau wetlands banyak dimanfaatkan untuk kepentingan pertanian, dimana membutuhkan sebuah lahan yang memang selalu terisi dan memiliki kandungan air yang tinggi serta memiliki ciri-ciri air tanah yang baik. Tanaman yang paling banyak ditanam dan juga dibudidayakan pada sebuah lahan basah adalah tanaman padi, yang membutuhkan sebuah lahan yang selalu memiliki kandungan air tetap, agar bisa tumbuh dan akhirnya akan memberikan hasil panen yang berlimpah.

Sumber air dari sebuah pertanian dengan lahan basah ini biasanya bisa berupa sumber air alami, seperti lokasi rawa-rawa dan juga daerah hutan bakau, dimana berlokasi dekat dengan sumber air, sehingga wilayahnya selalu

memiliki genangan air, ataupun merupakan sebuah lahan yang memang sengaja dialiri oleh aliran air, seperti saluran irigasi. Selain dimanfaatkan sebagai sebuah lahan pertanian, terkaang lahan basah seperti ini juga dilakukan sebuah konversi mejadi dataran kering. Lahan basah yang sudah dikonversi menjadi sebuah dataran kering biasanya akan dimanfaatkan sebagai sebuah lahan pertanian kering, ataupun dimanfaatkan sebagai kepentingan pendirian bangunan, baik itu sebuah residensial atau perumahan, ataupun bangunan lainnya yang mendukung kehidupan manusia.

2. Lahan gambut

Lahan gambut⁷⁶ adalah lahan basah dengan lapisan tanah berair yang terdiri dari bahan tanaman mati dan membusuk.

Yang termasuk kedalam lahan gambut diantaranya adalah moor, bog, mires, hutan rawa gambut dan permafrost tundra. Luas lahan gambut secara keseluruhan mencapai setengah dari luas lahan basah di dunia, dan menutupi 3% dari total luas permukaan bumi . Semua lahan gambut dapat dijumpai di berbagai belahan dunia.

Indonesia memiliki luasan gambut tropis terbesar di dunia dengan luas mencapai 13,43 juta hektare yang tersebar di tiga pulau besar yaitu Sumatera, Kalimantan dan Papua. Mengapa lahan gambut begitu penting?

- a. *Air*: Lahan Gambut dapat menyerap air hujan, mencegah terjadinya banjir, melepaskan air secara perlahan-lahan, dan menjamin pasokan air bersih sepanjang tahun.
- b. *Makanan*: Jutaan orang bergantung pada lahan gambut sebagai kawasan untuk menggembala ternak, penangkapan ikan, dan melakukan kegiatan pertanian.
- c. *Spesies*: Hutan rawa gambut tropis merupakan rumah bagi ribuan hewan dan tumbuhan, termasuk spesies

⁷⁶ <https://indonesia.wetlands.org/id/wetlands/apa-lahan-basah-itu/>

langka dan terancam punah seperti orangutan dan harimau Sumatera.

- d. **Perubahan iklim:** Lahan gambut mengandung dua kali lebih banyak karbon dari hutan yang ada di seluruh dunia. Ketika terganggu atau dikeringkan, lahan gambut dapat menjadi sumber utama emisi gas rumah kaca.

3. Pertanian Lahan Kering

Pertanian lahan kering merupakan jenis pertanian yang dilakukan pada sebuah lahan yang kering, yaitu lahan yang memiliki kandungan air yang rendah, bahkan ekstrimnya adalah lahan kering ini merupakan jenis lahan yang cenderung gersang, dan tidak memiliki sumber air yang pasti, seperti sungai, danau ataupun saluran irigasi.

Pertanian lahan kering ini merupakan jenis pertanian yang lahannya banyak terdapat di Negara Indonesia. Iklim di Indonesia juga kebanyakan beriklim tropis, hal ini disebabkan karena cuaca yang panas, sehingga membuat banyak sumber air yang berkurang dan juga sedikit. Namun demikian, biasanya sebuah pertanian lahan kering ini memanfaatkan curah hujan untuk membantu meningkatkan hasil pertanian yang dimilikinya. Hal ini sangat mungkin terjadi, karena lokasi dimana pertanian lahan kering ini berada, memiliki curah hujan yang cenderung lebih tinggi dan juga banyak terjadi.

Total luas lahan kering di Indonesia adalah sekitar 144,47 juta ha. Karena sifat alaminya, sekitar 82% dari total lahankering tergolong sebagai lahan kering suboptimal.

Ciri-ciri dari pertanian lahan kering

Untuk dapat mendefinisikan bahwa sebuah pertanian merupakan jenis pertanian yang masuk ke dalam pertanian lahan kering, maka ada beberapa ciri-ciri yang bisa kita amati secara langsung, yaitu :

- a. Merupakan daerah yang biasanya memiliki curah hujan tinggi terdapat pada daerah tropis
- b. Memiliki kadar air yang cenderung terbatas

- c. Memiliki kontur tanah yang cenderung labil dan mudah mengalami erosi
- d. Bukan merupakan lokasi gurun pasir
- e. Memiliki kontur tanah yang cenderung lembut dan tidak keras
- f. Buka merupakan lokasi pertanian yang lahannya mengalami keringan, hingga tanahnya pecah-pecah
- g. Biasanya merupakan lahan yang dapat dimanfaatkan menjadi daerah resapan air
- h. Banyak dimanfaatkan untuk menanam tanaman pohon buah dan phon lainnya
- i. Memiliki letak yang cukup jauh dari sumber air alami ataupun buatan, seperti sungai, danau dan saluran irigasi
- j. Lokasi lahan kering yang biasanya berdekatan dengan pemukiman penduduk
- k. Memilki kebutuhan air yang digantungkan pada curah hujan
- l. Banyak terdapat di dataran rendah maupun dataran tinggi
- m. Berada pada ketinggian 500 hingga 1500 meter diatas permukaan laut

Contoh dari pertanian lahan kering

Pada dasarnya, tanaman yang bisa dimanfaatkan pada sebuah lahan pertanian dengan kontur lahan yang kering memiliki variasi pertanian yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan pertanian lahan basah. Kondisi tanahnya yang jauh lebih stabil dan juga kuat dibandingkan dengan lahan basah, membuat lokasi pertanian lahan kering ini sanggup untuk menahan beban akar pohon-pohon kayu besar, sehingga tentu saja variasi hasil pertaniannya banyak, dan begitu pula dengan perkebunannya. Biasanya, tanaman tani yang banyak ditanam pada sebuah pertanian lahan kering adalah :

- a. Cabai
- b. Terong
- c. Tanaman palawija

- d. Tanaman kacang-kacangan
- e. Tanaman ubi-ubian
- f. Tanaman hortikultura
- g. Perkebunan pohon buah
- h. Perkebunan pohon hias dan juga pohon peneduh

Pemanfaatan dari tanah lahan kering

Hasil pertanian dan juga perkebunan dari sebuah pertanian lahan kering ini biasanya sangat tergantung pada pembagian musim dan kondisi cuaca. Beberapa kondisi cuaca dimana tidak turun hujan selama berhari-hari akan menyebabkan tanaman yang dikembangkan pada lokasi pertanian lahan kering ini akan menjadi mati, kering dan juga tidak memberikan hasil yang maksimal sehingga masyarakat selalu mencari cara menyuburkan tanah kering. Karena itu, meskipun memiliki variasi dari hasil pertanian yang beragam, perawatan dari tanaman di pertanian lahan kering ini juga harus diperhatikan dengan baik, agar tidak terjadi gagal panen.

Selain dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan juga perkebunan, sebuah lahan kering juga dimanfaatkan untuk keperluan lain, seperti kepentingan pembuatan dan pembangunan pemukiman penduduk, lokasi industri dan juga perkantoran, serta pembangunan lainnya, yang mendukung kemajuan suatu daerah tertentu.

Dari ketiga jenis lahan pertanian yang sudah dijelaskan diatas, pada dasarnya, ketiganya masing-masing memiliki keunggulan dan juga kelemahannya. Karena itu, sesuaikan lokasi lahan pertanian yang akan anda gunakan dengan jenis tanaman yang akan tanam. Kebanyakan, kita lebih mengenal lahan pertanian kering, karena merupakan lahan pertanian yang lokasinya dekat dengan pemukiman, dan merupakan lokasi yang banyak ditemui secara luas.

D. Status dan Luas Kepemilikan Lahan

Salah satu masalah krusial yang dihadapi sektor pertanian adalah konversi lahan yang tidak hanya menyebabkan produksi pangan turun, tetapi juga merupakan salah satu bentuk kerugian investasi, degradasi agroekosistem, degradasi tradisi dan budaya pertanian, yang berakibat semakin sempitnya luas garapan usaha tani serta turunnya kesejahteraan petani sehingga kegiatan usaha tani yang dilakukan petani tidak dapat menjamin tingkat kehidupan yang layak. Tantangan untuk menekan laju konversi lahan pertanian ke depan adalah bagaimana melindungi keberadaan lahan pertanian melalui perencanaan dan pengendalian tata ruang;

- 1. Meningkatkan optimalisasi,
- 2. Rehabilitasi dan ekstensifikasi lahan;
- 3. Meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha pertanian serta
- 4. Pengendalian pertumbuhan penduduk.

Tabel 4.1 Luas Lahan Sawah (Hektar)⁷⁷

Provinsi	Luas Lahan Sawah (Hektar)		
	2013	2014	2015
Aceh	300808.00	294129.00	290337.00
Sumatera Utara	438346.00	433043.00	423465.00
Sumatera Barat	224182.00	225890.00	226377.00
Riau	93338.00	87594.00	71910.00
Jambi	113546.00	101195.00	94735.00
Sumatera Selatan	612424.00	616753.00	620632.00
Bengkulu	93382.00	88756.00	85131.00
Lampung	360237.00	363055.00	377463.00
Kep. Bangka Belitung	5358.00	7490.00	10654.00

⁷⁷ Source Url: <https://www.bps.go.id/indicator/53/179/1/luas-lahan-sawah.html> Access Time: March 23, 2023, 7:40 am

Provinsi	Luas Lahan Sawah (Hektar)		
	2013	2014	2015
Kep. Riau	487.00	405.00	246.00
Dki Jakarta	895.00	778.00	650.00
Jawa Barat	925042.00	924307.00	912794.00
Jawa Tengah	952980.00	966647.00	965262.00
Di Yogyakarta	55126.00	54417.00	53553.00
Jawa Timur	1102921.00	1101765.00	1091752.00
Banten	194716.00	200480.00	199492.00
Bali	78425.00	76655.00	75922.00
Nusa Tenggara Barat	253208.00	254298.00	264666.00
Nusa Tenggara Timur	169063.00	172954.00	177238.00
Kalimantan Barat	330883.00	323959.00	330724.00
Kalimantan Tengah	225836.00	215545.00	196553.00
Kalimantan Selatan	440429.00	431437.00	450152.00
Kalimantan Timur	63323.00	55485.00	57000.00
Kalimantan Utara	21762.00	21775.00	21448.00
Sulawesi Utara	56157.00	60475.00	55820.00
Sulawesi Tengah	146721.00	141448.00	128323.00
Sulawesi Selatan	602728.00	623139.00	628148.00
Sulawesi Tenggara	95378.00	96826.00	103812.00
Gorontalo	32239.00	32116.00	32058.00
Sulawesi Barat	61070.00	62312.00	61292.00
Maluku	15042.00	13519.00	13394.00

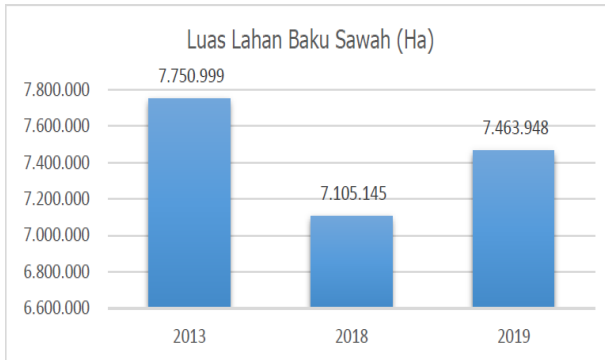
Provinsi	Luas Lahan Sawah (Hektar)		
	2013	2014	2015
Maluku Utara	10510.00	10516.00	11802.00
Papua Barat	9587.00	9587.00	10126.00
Papua	42350.00	42843.00	44462.00
Indonesia	8.128.499.00	8.111.593.00	8.087.393.00

Luas Lahan Baku Sawah Nasional

Sejak tahun 2017, penghitungan luas lahan baku sawah disempurnakan melalui verifikasi 2 (dua) tahap. Verifikasi tahap pertama menggunakan citra satelit resolusi sangat tinggi. Pemanfaatan citra satelit dalam statistik pangan telah dibahas dalam lokakarya internasional yang melibatkan FAO, IFPRI, Kementerian Pertanian, BPPT, MAPIN, IRRI, BPS, dan BIG di Kantor Staf Presiden pada tanggal 27 November 2017. Citra satelit resolusi sangat tinggi yang diperoleh dari LAPAN kemudian diolah oleh BIG menggunakan metode Cylindrical Equal Area (CEA) untuk dilakukan pemilahan dan delineasi antara lahan baku sawah dan bukan sawah. Metode ini menghasilkan angka luas sawah yang aktual sesuai dengan kondisi sesungguhnya. Verifikasi tahap kedua dilakukan melalui validasi ulang di lapangan oleh Kementerian ATR/BPN. Masukan informasi dari hasil KSA BPS juga digunakan dalam validasi ulang di lapangan oleh Kementerian ATR/BPN. Pada tahun 2019, Kementerian ATR/BPN menetapkan luas lahan baku sawah nasional 2019 berdasarkan Keputusan Menteri ATR/Kepala BPN No. 686/ SK- PG.03.03/XII/2019, tanggal 17 Desember 2019, tentang Penetapan Luas Lahan Baku Sawah Nasional Tahun 2019, yaitu sebesar 7.463.948 hektare.⁷⁸

Lahan Baku Sawah (LBS) yaitu lahan sawah existing dinamis yang secara periodik ditanami padi atau diselingi tanaman lain seperti tebu, tembakau dan sebagainya. Sehingga, lahan baku sawah tak harus hanya lahan yang ditanami padi saja.

⁷⁸ Berita Resmi Statistik (BRS) No. 74/10/Th. XXV, 17 Oktober 2022



Grafik 4.1 Luas Lahan Baku⁷⁹

Luas lahan menjadi salah satu faktor penentu tercapainya target produksi. Khusus untuk lahan padi sawah, penetapan luas baku lahan sawah dilakukan melalui Keputusan Menteri ATR/Kepala BPN. Penghitungan luas lahan baku sawah dilakukan oleh Kementerian ATR/BPN dengan menggunakan metode survei Kerangka Sampel Area (KSA) yang dalam pelaksanaannya bekerjasama dengan BPS, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT); Badan Informasi dan Geospasial (BIG); serta Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Kementerian Pertanian. Sejak tahun 2017, perhitungan luas lahan baku sawah dilakukan melalui dua tahapan yaitu menggunakan citra satelit resolusi sangat tinggi dan melalui validasi ulang di lapangan. Pada tahun 2018, dua tahapan tersebut dilakukan di 16 provinsi sentra produksi padi yang mencakup 87 persen dari total luas lahan baku sawah di Indonesia. Luas lahan baku sawah nasional menurut Keputusan Menteri ATR/Kepala BPN No. 399/KEP-23.3/X/2018, tanggal 8 Oktober 2018, tentang Penetapan Luas Lahan Baku Sawah Nasional Tahun 2018 seluas 7.105.145 Hektar atau berkurang 645.854 Hektar dari luas lahan 2013. Pada 2019, Kementerian ATR/BPN kembali menetapkan luas lahan baku sawah nasional 2019 berdasarkan Keputusan Menteri ATR/Kepala BPN Nomor 686/SK- PG.03.03/XII/2019, tanggal 17 Desember 2019 yaitu sebesar 7.463.948 hektar.

⁷⁹ Renstra Kementerian Pertanian 2020-2024 Revisi (26 Agustus 2021)



Grafik 4.2 Luas Lahan Pertanian yang Dikuasai Rumah Tangga Usaha Pertanian⁸⁰

Selain masalah luas lahan yang menurun, masalah lain yang terkait dengan lahan yaitu kepemilikan lahan oleh petani yang semakin sempit. Berdasarkan Hasil Survei Pertanian Antar Sensus (SUTAS) tahun 2018, luas lahan pertanian yang dikuasai rumah tangga usaha pertanian kurang dari 0,5 hektar sebanyak 15,89 juta rumah tangga atau 59,07% dari total rumah tangga petani. Rumah tangga petani yang kepemilikan lahannya kurang dari 0,5 hektar meningkat dari 14,62 juta rumah tangga pada tahun 2013 menjadi 15,89 juta rumah tangga pada tahun 2018.

Kondisi kepemilikan lahan ini disebabkan oleh:

1. Meningkatnya konversi lahan pertanian untuk keperluan pemukiman dan fasilitas umum;
2. Terjadinya fragmentasi lahan karena proses pewarisan; dan
3. Terjadinya penjualan tanah sawah.

Dalam upaya mengantisipasi penyediaan lahan bagi calon Ibu Kota Negara di Provinsi Kalimantan Timur sesuai data KLHK (2020) bahwa penyiapan lahan calon Ibu Kota Negara

⁸⁰ Renstra Kementerian Pertanian 2020-2024 Revisi (26 Agustus 2021)

dari kawasan hutan mencapai 175.000 hektare. Hal ini perlu dilakukan upaya-upaya untuk mempertahankan lahan produktif penyangga pangan melalui implementasi Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.

Berita Resmi Statistik (BRS) No. 74/10/Th. XXV, 17 Oktober 2022 menyebutkan bahwa:

1. Pada 2022, luas panen padi diperkirakan sebesar 10,61 juta hektare dengan produksi sekitar 55,67 juta ton GKG.
2. Jika dikonversikan menjadi beras, maka produksi beras pada 2022 diperkirakan sebesar 32,07 juta ton.
3. Luas panen padi pada 2022 diperkirakan sebesar 10,61 juta hektare, mengalami peningkatan sebanyak 194,71 ribu hektare atau 1,87 persen dibandingkan luas panen padi di 2021 yang sebesar 10,41 juta hektare.
4. Produksi padi pada 2022 diperkirakan sebesar 55,67 juta ton GKG, mengalami kenaikan sebesar 1,25 juta ton GKG atau 2,31 persen dibandingkan produksi padi di 2021 yang sekitar 54,42 juta ton GKG.
5. Produksi beras pada 2022 untuk konsumsi pangan penduduk diperkirakan sekitar 32,07 juta ton, mengalami peningkatan sebanyak 718,03 ribu ton atau 2,29 persen dibandingkan produksi beras di 2021 yang sebesar 31,36 juta ton.

LUAS PANEN DAN PRODUKSI PADI DI INDONESIA 2022

(Angka Sementara)

Berita Resmi Statistik No. 74/10/Th. XXV, 17 Oktober 2022



Perkembangan Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia Tahun 2022



Perbandingan Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia, 2021 dan 2022



BADAN PUSAT STATISTIK
<https://www.bps.go.id>

Grafik 4.3 Infografis Perkembangan Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia, 2022

E. Bentuk Lahan

Bentuk Lahan adalah wajah permukaan bentang alam yang merupakan hasil kegiatan dari perpaduan bermacam-macam gaya baik endogen maupun eksogen yang terdiri dari berbagai macam bentuk permukaan bumi yang tercakup dalam relief topografik atau raut muka bumi (Desaunettes, 1977⁸¹ dan Kucera 1988⁸²).

Ada delapan sistem bentuk lahan yang ada di Indonesia⁸³, yaitu :

1. Alluvial
2. Marine
3. Plain
4. Hilly
5. Plateau and Mountain
6. Miscellaneous
7. Volcanic
8. Karst

1. Alluvial

Sistem Alluvial adalah daerah pengendapan bahan-bahan erosi yang diangkut oleh sungai dan diendapkan di lembah dengan membentuk lapisan-lapisan endapan akibat gaya grafitasi bumi (Colluvial) atau oleh agen penyebab air atau angin (Alluvial).

⁸¹ Desaunettes, J.R., 1977. *Catalogue of Landforms for Indonesia*. Soil Research Institute Bogor, FAO. 111p and Appendices.

⁸² Kucera, K.P., 1988. *Guidelines for Soil and Terrain Field Description in Integrated Watershed Management Studies for Indonesia using USDA System*. Konto River Project ATA 206 Phase III. Project Communication No. 6.

⁸³ Beny Harjadi, 2015, *Survei Isdl (Inventarisasi Sumber Daya Lahan)* Kementerian Lingkungan Hidup Kehutanan Badan Penelitian, Pengembangan, Dan Inovasi Kehutanan Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Tabel 4.2. Alluvial

A1.	Alluvio-marine sub system A11. <i>Swamp (tree vegetation)</i> A12. <i>Marsh (low vegetation = hydrophytes and wet grass)</i> A13 <i>Low lying lands (cultivated marshes)</i> A14. <i>Undulating low lying lands</i> A15. <i>Delta deposits (very recent soils = Fluvisols)</i> A16. <i>Ancient sea shore and sand bars</i> A17. <i>Tidal swamp (inland)</i> Sub sistem Alluvio-laut
	A11. Rawa (vegetasi pohon) A12. Rawa (vegetasi rendah = hidrofit dan rumput basah) A13 Dataran rendah (rawa budidaya) A14. Dataran rendah yang bergelombang A15. Endapan delta (tanah yang sangat baru = Fluvisols) A16. Pantai laut kuno dan bar pasir A17. Rawa pasang surut (pedalaman)
A2.	Alluvial sub system A21. <i>Narrow river valley (<50 m), slope < 2%</i> A22. <i>Broad river valley (> 50 m), slope < 2%</i> A23. <i>Meander belt including menader scars</i> A24. <i>Undulating to rolling river valley (slope 2 – 15%)</i> A25. <i>Recent terrace (non floded river valley floor)</i> A26. <i>Levee</i> A27. <i>Alluvial fan</i> A28. <i>Alluvial land</i> Sub sistem Aluvial A21. Lembah sungai sempit (<50 m), kemiringan < 2% A22. Lebar lembah sungai (>50 m), kemiringan < 2% A23. Sabuk berliku termasuk bekas luka menader A24. Bergelombang hingga lembah sungai yang bergelombang (kemiringan 2 – 15%) A25. Teras baru-baru ini (lantai lembah sungai yang tidak tergenang air)

	A26. Tanggul A27. Aluvial Fan /Kipas A28. Tanah aluvial
A3.	Alluvio-colluvial sub system A31. <i>Narrow, isolated interhill miniplain</i> A32. <i>Broad, isolated</i> A33. <i>Ramified</i> A34. <i>Undulating to rolling interhill miniplain</i> A35. <i>Alluvio-colluvial fan</i> A36. <i>Colluvial fan</i> A37. <i>Footslope colluvium in strips</i> Sub sistem Alluvio-colluvial A31. Miniplain antarbukit yang sempit dan terisolasi A32. Luas, terisolasi A33. Bercabang A34. Bergelombang ke miniplain interhill bergulir A35. Kipas alluvio-colluvial A36. Penggemar koluvial A37. Koluvium lereng kaki dalam bentuk strip
A4.	Closed alluvial sub system A41. <i>Narrow depressed area (Swale, Mire, Slough, Vly etc.)</i> A42. <i>Closed basin, depression and the lake</i> A43. <i>Swamp or marsh (without marine influence)</i> A44. <i>Lacustrine plain (recent)</i> A45. <i>Ancient lake bottom</i> Sub sistem aluvial tertutup A41. Area tertekan sempit (Swale, Mire, Slough, Vly dll.) A42. Cekungan tertutup, depresi dan danau A43. Rawa atau rawa (tanpa pengaruh laut) A44. Lacustrine plain (baru-baru ini) A45. Dasar danau kuno

2. Marine

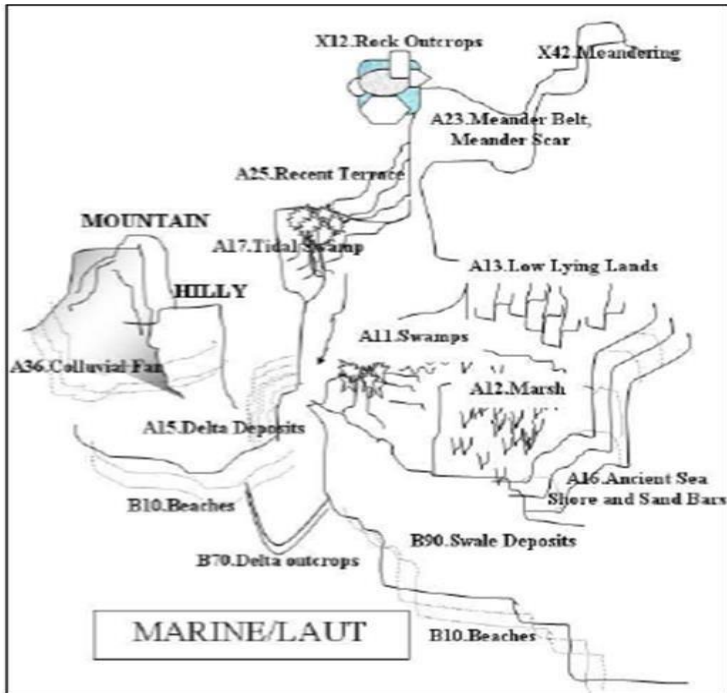
Sistem Marine adalah daerah yang selalu berhubungan dengan laut dan sekitarnya baik ditengah maupun ditepian.

Daratan laut berarti daratan dari tanda air pasang rata-rata ke arah air di perairan laut dan muara, termasuk daratan intertidal dan terendam. Daratan laut mewakili sebagian dari daratan perairan.

Tabel 4.2 Marine

B1	Beaches B11. Sand beach B12. Mud beach B13. Shingle beach B14. Cove B15. Mud flat	Pantai B11. Pasir pantai B12. Pantai lumpur B13. Pantai sirap B14. Teluk kecil B15. Lumpur datar
B2	Dunes and lido B21. Shifting sand B22. Flat sandy deposits B23. Lido B24. Beach ridges B25. Tombolo	Bukit pasir dan lido B21. Pergeseran pasir B22. Endapan berpasir datar B23. Lido B24. Punggungan pantai B25. Tombolo
B3	Rocky seaside and barriers B31. Barrier, barrier flat B32. Cliff B33. Reef B34. Wave cut terrace B35. Rocky cape B36. Reef flat	Pantai berbatu dan penghalang B31. Penghalang, penghalang datar B32. Jurang B33. Karang B34. Teras potong gelombang B35. Tanjung berbatu B36. Dataran karang

B4	Laguna and Lagoon B41. Laguna B42. Coral reef B43. Coral flat B44. Lagoon	Laguna dan Laguna B41. Laguna B42. Batu karang B43. Dataran karang B44. Laguna
B5	Atoll and coral B51. Atoll B52. Coral reef B53. Coral flat	Atol dan karang B51. Atol B52. batu karang B53. Dataran karang
B6	Tidal flats B61. Bared (or cultivated) tidal flat B62. Marshy tidal flat B63. Swampy tidal flat (mangrove)	Dataran pasang surut B61. Dataran pasang surut terbuka (atau dibudidayakan). B62. Dataran pasang surut Marshy B63. Dataran pasang surut rawa (mangrove)
B7	Delta outcrops B71. Sandy B72. Silty B73. Clayey	Singkapan delta B71. Berpasir B72. Berlumpur B73. Liat
B8	Sub-recent sea shore B81. Swale deposits B82 Sand ridges	Pantai laut sub-baru-baru ini B81. Deposit sengkedan B82 Punggungan pasir



Gambar 4.3 Sistem Bentuk Lahan Marine (Laut)

3. Plain

Sistem Dataran adalah suatu wilayah dengan lereng yang umumnya seragam, secara komparatif datar dengan batas-batas tertentu dan tidak dipotong oleh elevasi - elevasi dan depresi-depresi yang nyata, dapat berupa dasar lembah yang meluas atau suatu puncak plato.

Tabel 4.3 Plain

P0.	Plain (synclinal plain included) <i>P01. Flat plain</i> <i>P02. Undulating plain</i> <i>P03. Rolling plain</i> <i>P04. Flat with hummock, and hummocky</i> <i>P05. Flat with hillock</i> <i>P06. Undulating with hillocks</i> <i>P07. Rolling with hillocks</i> <i>P08. Hillocky</i> <i>P09. Hilly with flat interhill miniplain</i> Polos (termasuk dataran sinklinal) P01. Dataran datar P02. Dataran bergelombang P03. Dataran bergulir P04. Datar dengan hummock, dan hummocky P05. Datar dengan bukit kecil P06. Bergelombang dengan bukit-bukit P07. Berguling dengan bukit-bukit P08. Hillocky P09. Berbukit dengan miniplain antar bukit datar
P1. P2. P3.	P1. Coastal plain (ss = same sub-categories) P2. Marine terrace (ss) P3. River and lake terrace (ss) ALLUVIAL TERRACES P4. P4. Erosion galcies =penepplain, pediment (ss) P5. P5. Accumulation glacis, basin, ancient lacustrine plain (ss) P6. P6. Piedmont plain (ss)
P7.	Erosion remnants (Buttes temoins) : Residual hills and hillocks P71. Hummock P72. Hillock OUTLIER (Mesa, Table land, P73. Hill Meseta, Mound, Huerfano..) P74. Hummock

	P75. Hillock INLIER (Cuesta, Hogback, P76. Hill Dome, Mendip,...) P77. Inselberg P78. Monadnock P79. Rocks heaps
P8.	River cut vallons and valley, erosion surfaces P80. River cut valley (flat) P81. River cut and valley surfaces, undulating relief (general slope < 8%) P82. River cut and valley surfaces, undulating rolling (general slope < 15%) P83. River cut and valley surfaces, hummocky relief (general slope < 15%) P84. River cut and valley surfaces, hummocky relief (general slope > 15%) P85. River cut and valley surfaces, undulating relief (general slope > 15%) P86. River cut and valley surfaces, rolling relief (general slope > 15%) P87. River cut and valley surfaces, hillocky relief (general slope < 15%) P88. River cut and valley surfaces, hillocky relief (general slope > 15%) P89 River cut and valley surfaces, hilly Sungai memotong vallon dan lembah, permukaan erosi P80. Lembah potong sungai (datar) P81. Tebing sungai dan permukaan lembah, relief bergelombang (kemiringan umum < 8%) P82. Tebing sungai dan permukaan lembah, bergelombang bergelombang (kemiringan umum < 15%) P83. Tebing sungai dan permukaan lembah, relief hummocky (kemiringan umum < 15%) P84. Tebing sungai dan permukaan lembah, relief hummocky (kemiringan umum > 15%)

	P85. Tebing sungai dan permukaan lembah, relief bergelombang (kemiringan umum > 15%) P86. Permukaan potongan sungai dan lembah, relief bergulung (kemiringan umum > 15%) P87. Tebing sungai dan permukaan lembah, relief berbukit-bukit (kemiringan umum < 15%) P88. Tebing sungai dan permukaan lembah, relief berbukit-bukit (kemiringan umum > 15%) P89 Tebing sungai dan permukaan lembah, berbukit
P9.	Special features P91. Dissected foot of terraces P92. Dissected ancient alluvio-colluvial fan P93. Scalped anticline, rolling P94. Scalped anticline, hummocky ANTICLINE DEPRESSION P95. Scalped anticline, hillocky P96. Terrace remnant : epaulement Fitur spesial P91. Kaki teras yang dibedah P92. Kipas alluvio-colluvial kuno yang dibedah P93. Antiklin yang dikupas, bergulir P94. Antiklin yang dikupas, hummocky DEPRESI ANTIKLINE P95. Antiklin bersisik, berbukit-bukit P96. Sisa teras : tanda pangkat

4. Hilly (Amplitudo 50-300 m)

Sistem Bukit adalah daerah dengan elevasi ketinggian antara 50 hingga 300 meter, biasanya dicirikan oleh kondisi jalan berkelak kelok.

Tabel 4.4 Hilly

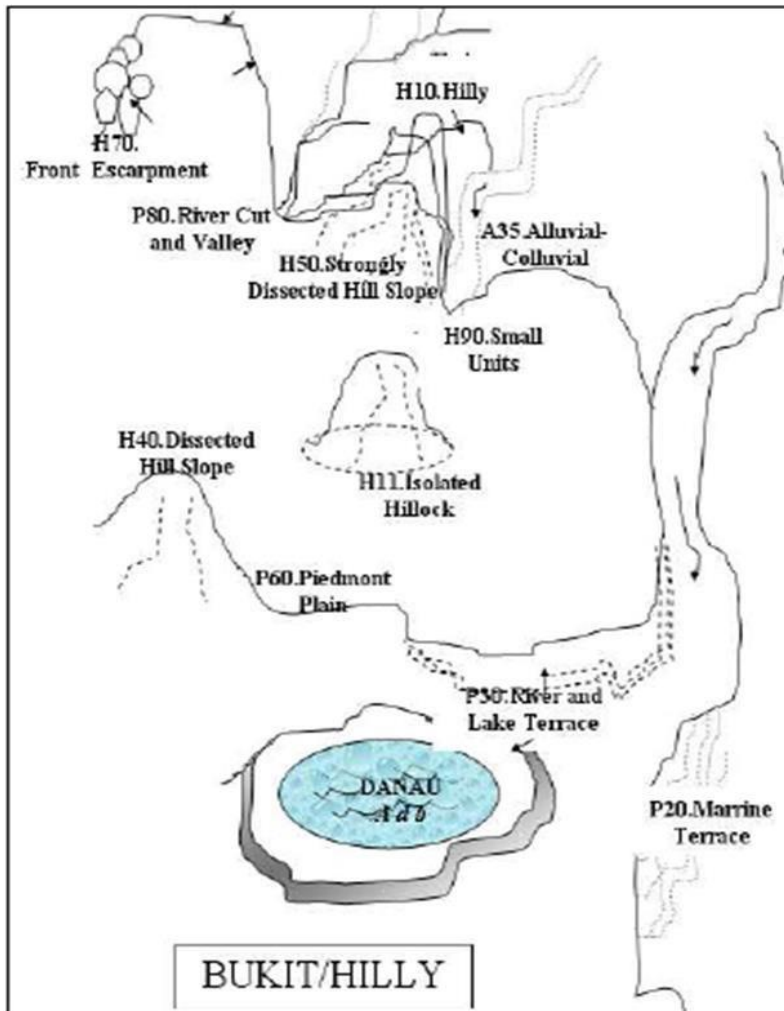
H1.	Hillock and hills pattern and special features
	H11. Isolated hillock (may be an erosion remnant)
	H12. Undulating land with hillock (mostly in piedmont)
	H13. Rolling land with hillock
	H14. Hillock in rolling pattern
	H15. Foothills, lanieres and spur (hilly relief)
	H16. Neatly singled out units in the piedmont, not so much in continuity the upper slope
	H17. Interhill rolling area (small unit)
	H18. Rounded hill or knob
	H19. Steep hills with undulating interhill bottoms
	Pola perbukitan dan perbukitan serta ciri-ciri khusus
	H11. Hillock terisolasi (mungkin merupakan sisa erosi)
	H12. Tanah bergelombang dengan bukit kecil (kebanyakan di piedmont)
	H13. Tanah bergulir dengan bukit kecil
	H14. Hillock dalam pola bergulir
	H15. Foothills, lanieres dan spur (relief berbukit)
	H16. Unit yang dipilih dengan rapi di piedmont, tidak begitu banyak dalam kontinuitas lereng atas
	H17. Area rolling antar bukit (unit kecil)
	H18. Bukit bulat atau kenop
	H19. Perbukitan terjal dengan dasar antar bukit yang bergelombang

H2	Parallel, elongated ridges and structural slopes from bedded rocks with vertical or sub vertical dip. H21.Slopes up to 30% H22 Slopes 30 – 50% H23 Slopes 50 – 75% H24. Slopes over 75% H25. Slopes up to 50% H26. Slopes 30 to 75% H27. Slopes above 50% H28. Slopes 30 and more H29. Terraced ridge slopes Punggungan paralel memanjang dan lereng struktural dari batuan berlapis dengan kemiringan vertikal atau sub vertikal. H21. Kemiringan hingga 30% H22. Lereng 30 – 50% H23. Lereng 50 – 75% H24. Kemiringan lebih dari 75% H25. Kemiringan hingga 50% H26. Lereng 30 hingga 75% H27. Lereng di atas 50% H28. Lereng 30 dan lebih H29. Lereng punggungan bertingkat
H3	Moderately dissected hill slope (ss = same sub-categories) H4. Dissected hill slope (ss) H5. Strongly dissected hill slope (ss) H6. Versant or massif, slope connecting two surface, piedmont slopes and footslopes (general gradient up to 30%) H3 Lereng bukit agak membedah (ss = sub-kategori yang sama) H4. Lereng bukit yang dibedah (ss) H5. Lereng bukit yang sangat membedah (ss)

H6. Versant atau massif, lereng yang menghubungkan dua permukaan, lereng piedmont dan kaki lereng (kemiringan umum hingga 30%)	
H7	Front or escarpment (general gradient from 30% onward) H71. Slope 30 – 50%, slightly dissected H72. Slope 30 – 50%, moderately dissected H73. Slope 30 – 50%, dissected H74. Slope 30 – 50%, strongly dissected H75. Slope 50 – 75%, moderately dissected H76. Slope 50 – 75%, dissected H77. Slope 50 – 75%, strongly dissected H78. Slope over 75%, dissected H79. Slope over 75%, strongly dissected
	Depan atau tebing curam (kemiringan umum dari 30% ke atas) H71. Kemiringan 30 – 50%, sedikit membedah H72. Kemiringan 30 – 50%, cukup membedah H73. Kemiringan 30 – 50%, dibedah H74. Kemiringan 30 – 50%, membedah kuat H75. Kemiringan 50 – 75%, cukup membedah H76. Kemiringan 50 – 75%, dibedah H77. Kemiringan 50 – 75%, membedah kuat H78. Kemiringan lebih dari 75%, dibedah H79. Kemiringan lebih dari 75%, sangat membedah

H8	Structural slopes H80. Slightly dissected dip slope, gradien less than 15% H81. Slightly to moderately dissected dip slope, gradien up to 30% H82. Slightly to moderately dissected dip slope, gradien 15 - 50% H83. Dissected to strongly dissected dip slope, gradien 15 - 50% H84. Slightly to moderately dissected dip slope, gradien 30 - 75% H85. Dissected to strongly dissected dip slope, gradien 30 - 75% H86. Slightly to moderately dissected dip slope, gradien over 50% H87. Dissected to strongly dissected dip slope, gradien over 50% H88. Scarp slope, gradien 30 to 75% H89. Scarp slope, gradien 50 and above
	Lereng struktural H80. Kemiringan kemiringan sedikit membedah, gradien kurang dari 15% H81. Kemiringan kemiringan sedikit hingga sedang, gradien hingga 30% H82. Kemiringan kemiringan sedikit hingga sedang, kemiringan 15 - 50% H83. Dibedah menjadi kemiringan lereng yang sangat terbelah, kemiringan 15 - 50% H84. Kemiringan kemiringan sedikit hingga sedang, kemiringan 30 - 75% H85. Dibedah menjadi kemiringan kemiringan yang sangat membedah, kemiringan 30 - 75%

	H86. Kemiringan kemiringan sedikit hingga sedang, gradien lebih dari 50% H87. Dibedah ke lereng kemiringan yang sangat membedah, gradien lebih dari 50% H88. Lereng curam, kemiringan 30 hingga 75% H89. Lereng curam, kemiringan 50 ke atas
H9	Summit areas remnants of ancient surfaces (small units) H91. Flat relief H92. Undulating H93. Rolling H94. Hummocky H95. Hillocky Daerah puncak sisa-sisa permukaan kuno (unit kecil) H91. Relief datar H92. Bergelombang H93. Bergulir H94. Hummocky H95. Hillocky



Gambar 4.4 Sistem Bentuk Lahan Bukit atau Perbukitan

5. Plateau and Mountain

Sistem Plateau adalah suatu daerah berelevasi tinggi dengan lahan yang rata, biasanya dibatasi oleh penurunan yang jelas minimal pada salah satu sisi sampai pada lahan yang lebih rendah.

Sistem Mountain adalah bidang lahan yang ber-elevasi tinggi, dengan amplitudo relief lebih dari 300 m.

Tabel 4.5 Plateau and Mountain

M1	Plateau or high plain M11 Flat plateau M12 Undulating plateau M13 Rolling plateau M14 Plateau with hummocky relief M15 Serrated plateau with parallel sharp ridges M16 Plateau with hillocky relief M17 Strongly dissected plateau area, sharp ridges (not parallel, hill size) M18 Extremely dissected plateau area, hilly relief Dataran tinggi atau dataran tinggi M11 Dataran datar M12 Dataran tinggi bergelombang M13 Dataran tinggi bergulir M14 Dataran Tinggi dengan relief hummocky M15 Dataran tinggi bergerigi dengan pegunungan tajam paralel M16 Dataran Tinggi dengan relief perbukitan M17 Daerah dataran tinggi yang sangat membedah, pegunungan yang tajam (tidak sejajar, ukuran bukit) M18 Daerah dataran tinggi yang sangat membedah, relief berbukit
M2	Non to slightly dissected mountain slope (relief amplitudo over 300 m) M21 Gradient less than 30% M22 Gradient 30 – 50% M23 Gradient 50 – 75% M24 Gradient over 75% M25 Gradient up to 50% M26 Gradient 30 – 75% M27 Gradient above 50% M28 Gradient above 20% M29 Terraced

	Lereng gunung yang tidak sampai sedikit terbelah (amplitudo relief lebih dari 300 m) M21 Gradien kurang dari 30% M22 Gradien 30 – 50% M23 Gradien 50 – 75% M24 Gradien lebih dari 75% M25 Gradien hingga 50%
	M26 Gradien 30 – 75% M27 Gradien di atas 50% M28 Gradien di atas 20% M29 Terras Bertingkat
	Moderately dissected mountain slope, (ss = same sub categories) M4. Dissected mountain slope (ss) M5. Strongly dissected mountain slope (ss) M3. Lereng gunung yang agak membedah, (ss = sub kategori yang sama) M4. Lereng gunung yang dibedah (ss) M5. Lereng gunung yang sangat membedah (ss)
M6	Slope of special characteristics M61 Talus slope M62 Rough broken and rocky slope Kemiringan karakteristik khusus M61 Lereng Talus M62 Lereng yang rusak dan berbatu
M7	Special features M71 Peak, Pinacho M72 Serrated scarps, crags M73 Horn M74 Tower M75 Arête M76 Teton

	Fitur spesial M71 Puncak, Pinacho M72 Lereng bergerigi, tebing M73 Tanduk M74 Menara M75 Arete M76 Teton
M8	Cirque and natural terrace M80 Dissected vallon or valley head with dendritic d.p. (big unit) M81 Cirque sloper M82 Cirque with undulating floor M83 Cirque with rolling floor M84 Cat step M85 Corrugated break on a slope (similar to epaulements) M86 Natural terrace, flat to rolling relief M87 Natural terrace, rolling to hilly relief Cirque dan teras alami M80 Vallon atau kepala lembah yang dibedah dengan dendritik d.p. (satuan besar) M81 Cirque sloper M82 Cirque dengan lantai bergelombang M83 Cirque dengan lantai rolling
	M84 Langkah Kucing M85 Istirahat bergelombang di lereng (mirip dengan tanda pangkat) M86 Teras alami, relief datar hingga bergulir M87 Teras alami, berliku hingga berbukit

6. Micellaneous

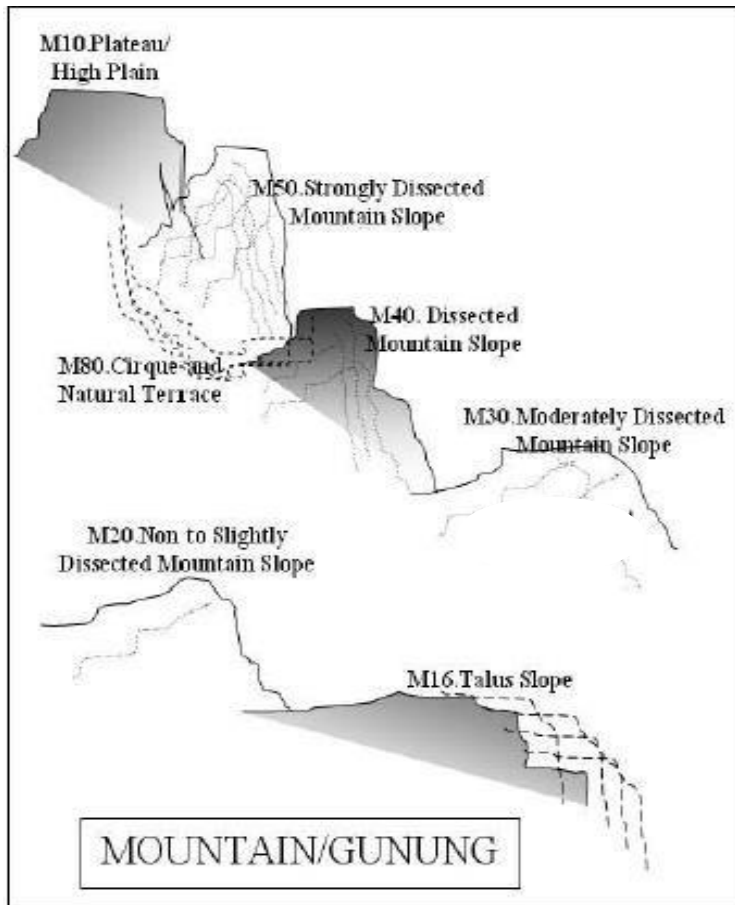
Sistem Micellaneous adalah bentuk lahan yang lain terdiri dari batuan terbuka, lahan bergaram, tempat tinggal, sungai jelek, danau, lembah sempit, dataran bukit, lahan yang tidak produktif.

Tabel 4.6 Micellaneous

X1	Outcrops X11. Bluff (slope over 100%, rockiness over 50%) X12. Rock outcrops Singkapan X11. Bluff (kemiringan lebih dari 100%, rockiness lebih dari 50%) X12. Singkapan batuan
X2	Salt pan or salt works Panci garamatau garam bekerja
X3	Settlement X31. Kampong X32. Town Hunian X31. Kampung X32. Kota
X4	River bed X41. Straight X42. Meandering X43. Deeply incised Dasar sungai X41. Lurus X42. Berkelok-kelok X43. Tergores dalam-dalam
X5	Lakes X51. Saline and brackish water X52. Fresh water X53. Hot water ponds X54. Reservoir Danau X51. Air asin dan payau X52. Air tawar

	X53. Kolam air panas X54. Waduk
X6	Miscellaneous land types X61. Bad lands X62. Rough, broken and rocky land (over 50% rockiness) X63. Mountain scree (over 50% boulders on a steep slope) X64. Scree fan, debris cone X65. Land slide scar X66. Landslide, earthslide, landslip X67. Solifluxion stream, mudflow, slump Macam-macam jenis tanah X61. Tanah yang buruk X62. Tanah kasar, rusak dan berbatu (lebih dari 50% berbatu) X63. Scree gunung (lebih dari 50% bongkahan batu di lereng yang curam) X64. Kipas scree, kerucut puing-puing X65. Bekas longsoran tanah X66. Tanah longsor, tanah longsor, tanah longsor X67. Aliran soliluxion, luapan lumpur, kemerosotan
X7	Narrow valley X71. V - shaped valley X72. Gully, ravine, flume X73. Gorge X74. Canyon X75. Terraced valley sides and bottom X76. Terraced valley head (vallon), gentle slopes X77. Embayment, cove X78. Dissected vallon with deep ravines (small unit) X79. River cut valley (flat to undulating, small) Lembah sempit X71. lembah berbentuk V X72. Gully, jurang, flume

	X73. Jurang X74. Ngarai X75. Sisi dan dasar lembah bertingkat X76. Kepala lembah bertingkat (vallon), lereng landai X77. Embayment, teluk kecil X78. Vallon yang dibedah dengan jurang yang dalam (unit kecil) X79. Lembah potong sungai (datar hingga bergelombang, kecil)
X8	Summits X81. Sharp summit and creat line X82. Convex rounded summit X83. Flat summit (very limited area) X84. Mountain slope X85. Saddle Puncak X81. Puncak tajam dan buat garis X82. Puncak bulat cembung X83. Puncak datar (area sangat terbatas) X84. lereng gunung X85. Pelana



Gambar 4.5 Sistem Bentuk Lahan Gunung atau Pegunungan

7. Volcanic

Sistem Vulkanik atau gunung berapi adalah lubang di kulit bumi yang terjadi akibat magma yang menerobos keluar ke permukaan bumi dengan erupsi lava secara eksplosif atau effusif, dengan hasil klasmatik berupa bom (batu besar), lapelli (batu kecil), slak (batu tak teratur), zand (pasir), dan as (abu) serta batu apung.

Tabel 4.7 Volcanic

V1	Craters V11. Crater V12. Caldera V13. Volcanic vent. Kawah V11. Kawah V12. Kaldera V13. Ventilasi vulkanik.
V2	Volcano upper slope V21. Slightly dissected V22. Moderately dissected V23. Dissected V24. Strongly dissected Lereng atas gunung api V21. Sedikit dibedah V22. Dibedah sedang V23. Dibedah V24. Dibedah dengan kuat
V3	Volcano middle slope V31. Slightly dissected V32. Moderately dissected V33. Dissected V34. Strongly dissected V35. Flat and level part of mid slope V36. Elongated spur, hill size (volcanic ridge) V37. Benched V38. - V39. Terraced Lereng tengah gunung berapi V31. Sedikit dibedah V32. Dibedah sedang V33. Dibedah

	V34. Dibedah dengan kuat V35. Bagian datar dan rata dari lereng tengah V36. Memanjang memacu, ukuran bukit (punggung gunung berapi) V37. Bangku V38. - V39. Berteras
V4	Volcano lower slope V41. Slightly dissected V42. Moderately dissected V43. Dissected V44. Strongly dissected V45. Flattish V46. Volcanic ridge V47. Terraced Lereng bawah gunung berapi V41. Sedikit dibedah V42. Dibedah sedang V43. Dibedah V44. Dibedah dengan kuat V45. Datar V46. Punggungan vulkanik V47. Berteras
	Lava flows V51. Recent lava flow V52. Ancient lava flow V53. Very ancient and dissected, broken down V54. Scories, cinders cone V55. Lava flow and lahar combined V56. Toe of lava flow or volcanic ridge V57. Lava plain V58. Lava plateau

	Aliran lava V51. Aliran lahar baru-baru ini V52. Aliran lahar purba V53. Sangat kuno dan membedah, rusak V54. Scories, cinder cone V55. Aliran lahar dan lahar digabungkan V56. Kaki aliran lava atau punggung gunung berapi V57. Dataran lahar V58. Dataran tinggi lahar
V6	Lahar V61. Terraced footslope on lahar, with boulders and blocky V62. Undulating to rolling valley, with boulders and blocky V63. Terraced footslope with hummocks V64. Slope with catsteps and hillocks V65. Talus slope on lahar with blocks Lahar V61. Lereng kaki bertingkat di atas lahar, dengan bongkahan batu dan kotak-kotak V62. Bergelombang ke lembah bergulir, dengan batu-batu besar dan kotak-kotak V63. Lereng kaki bertingkat dengan gundukan V64. Lereng dengan catsteps dan hillocks V65. Lereng talus pada lahar dengan balok

V7	Planeze V71. Flat, level and non dissected planeze V72. Undulating and dissected level planeze V73. Rolling, strongly dissected with ravines and gorges level planeze V74. Slope planeze V75. Intervolcano plain, slightly dissected, undulating V76. Intervolcano plain, dissected, rolling V77 Intervolcano plain, strongly dissected rolling with hummocks Dataran Puncak gunung berapi V71. Bidang datar, rata, dan tidak membedah V72. Pesawat tingkat bergelombang dan membedah V73. Bergulir, dibedah kuat dengan jurang dan ngarai level planeze V74. Bidang lereng V75. Dataran intervalcano, sedikit membedah, bergelombang V76. Dataran intervalcano, dibedah, bergulir V77 Dataran Intervolcano, bergulung kuat dengan gundukan
V8	Volcanic plain V81. Flat V82. Undulating V83. Rolling V84. Flat + hummocks V85. Undulating + hummocks V86. Rolling + hummocks V87. Undulating + hillocks V88. Rolling + hillocks Dataran vulkanik V81. Datar V82. Bergelombang V83. Bergulir

	V84. Datar + gundukan V85. Bergelombang + gundukan V86. Berguling + gundukan V87. Bergelombang + bukit kecil V88. Berguling + bukit kecil
V9	Volcanic outcrops V91. Batholith V92. Dyke V93. Boss V94. Stock V95. Neck/plug V96. Spine V97. Piton (small volcano, hill size, rocky) Singkapan vulkanik V91. Batholit V92. Tanggul V93. Bos V94. Saham V95. leher/sumbat V96 Tulang Belakang V97 Piton (gunung berapi kecil, ukuran bukit, berbatu)

8. Karst

Sistem Karst adalah daerah yang terdiri dari batu-batuan kapur yang porous (berpori), dimana air permukaan tanah selalu merembes dan menghilang kedalam tanah, dan permukaan selalu gundul/kurang vegetasi.

Tabel 4.8 Karstic

K1	Karstic plateau (terrace) K11. Undulating to rolling, with hummocks (hums or karstic mounds) K12. Same, hillock size K13. Same, hill size K14. Plateau with lapies relief, blocks and boulders are gouged and K15. Same, with knobs, big outcrops with grotesque relief, grottos K16. Same, with cliffs and caves Dataran tinggi karst (teras) K11. Bergelombang hingga menggelinding, dengan gundukan (hummock atau gundukan karst) K12. Sama, ukuran bukit kecil K13. Sama, ukuran bukit K14. Dataran tinggi dengan relief lapies, balok dan bongkahan batu dicungkil dan K15. Sama, dengan kenop, singkapan besar dengan relief aneh, gua K16. Sama, dengan tebing dan gua
K2	Gentle karstic slope K21. Hummocky relief (conical mounds = hums, uvalas, and doline) K22. Same, hillocky relief K23. Same, hilly relief K24. Lapies relief K25. Knobs and gottos K26. Cliffs and caves Lereng karst yang landai K21. Relief hummocky (gundukan kerucut = hums, uvalas, dan doline) K22. Sama, lega berbukit-bukit K23. Sama, relief berbukit

	K24. Lapis lega K25. Kenop dan tombol K26. Tebing dan gua
K3 K4	Steep slope (ss = same sub categories) Versant (ss) Kemiringan curam (ss = subkategori yang sama) Versant (ss)
K5	Outcrops K51. Hum K52. Cliff K53. Pinnacle Singkapan K51. Bersenandung K52. Jurang K53. Puncak
K6	Depression K61. Doline K62. Uvala K63. Sinkhole K64. Katavothre
	Depresi K61. Dolin K62. Uvala K63. Lubang pembuangan K64. Katavothres
K7	Plains K71. Polje with flat relief K72. Polje with flat relief + hillocks Dataran K71. Polje dengan relief datar K72. Polje dengan relief datar + perbukitan

K8	Erosion surface in bedded chalk K80. Vallon with dendritic drainage pattern K81. Undulating relief K82. Rolling relief K83. Hummocky relief K84. Hillocky relief K85. Sharp parallel ridges, hillock sized with deep carved dendritic gullies on the flanks, strongly dissected K86. Hillock in rolling pattern with dense dendritic d.p., extremely dissected Erosi permukaan di lapisan kapur K80. Vallon dengan pola drainase dendritik K81. Kelegaan bergelombang K82. Bantuan bergulir K83. Lega sekali K84. Kelegaan berbukit K85. Punggungan paralel yang tajam, berukuran bukit kecil dengan parit dendritik yang diukir dalam di sisi-sisinya, sangat membedah K86. Hillock dalam pola bergulir dengan dendritik padat d.p., sangat membedah
-----------	--

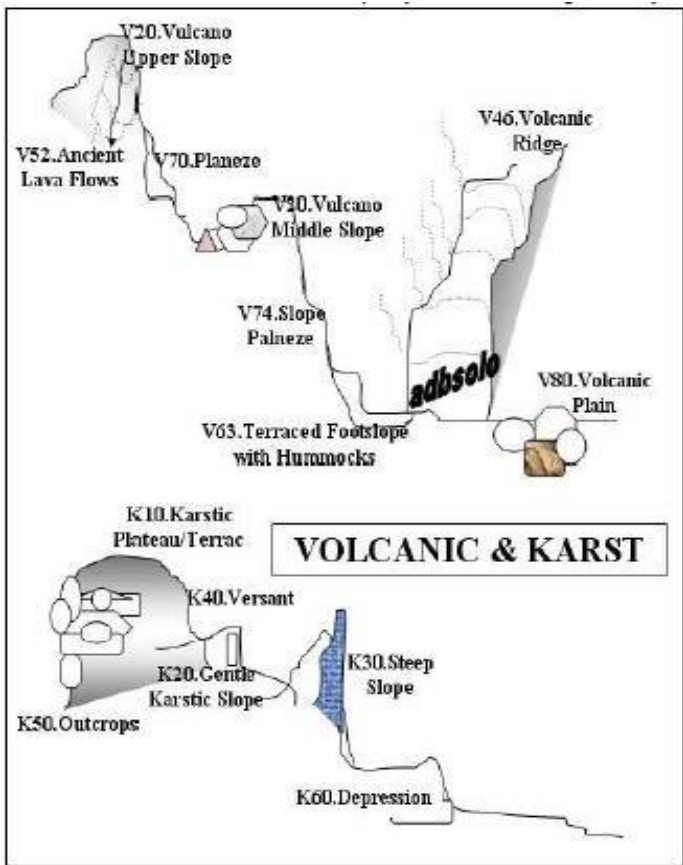
Catatan:

Semua istilah dalam bentuk Lahan mulai dari Alluvial, Marine, Plain, Hilly, Plateau and Mountain, Miscellaneous, Volcanic, dan Karst merupakan istilah teknis dari ilmu pedologi.

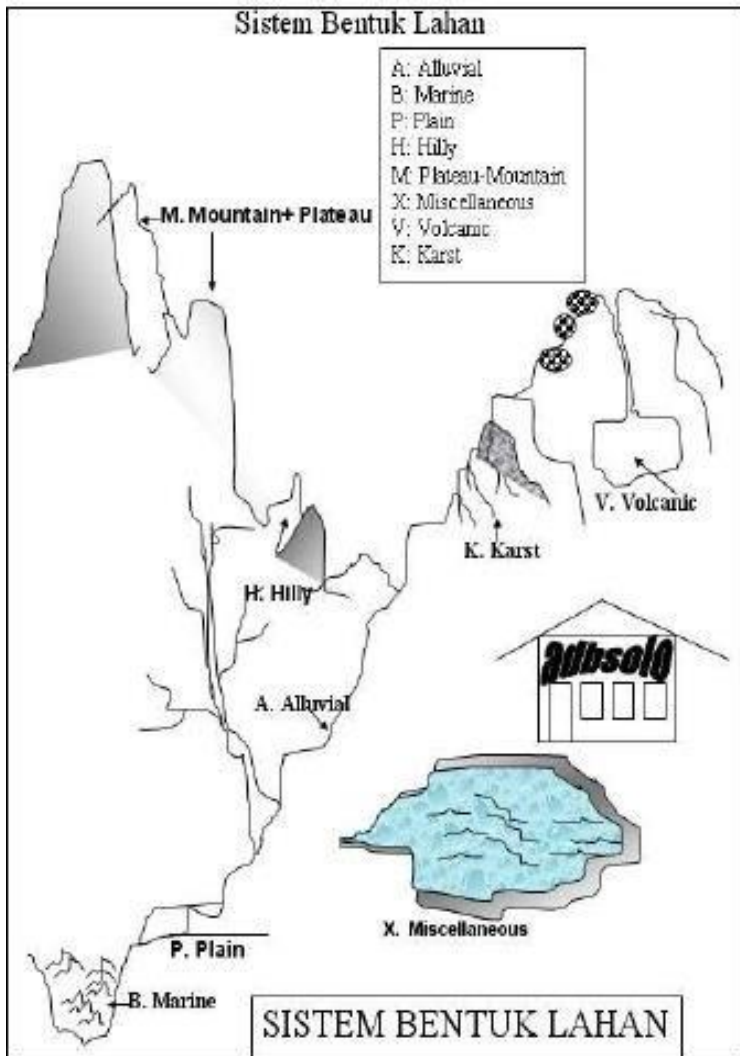
Pedologi adalah ilmu yang mempelajari berbagai aspek geologi tanah. Di dalamnya ditinjau berbagai hal mengenai pembentukan tanah (pedogenesis), morfologi tanah (sifat dan ciri fisika dan kimia), dan klasifikasi tanah. Istilah ini dipinjam dari bahasa Inggris, pedology, yang membentuknya dari dua kata bahasa Yunani: pedon ("tanah") dan logos ("lambang", "pengetahuan").⁸⁴

⁸⁴ Ronald Amundsen. "Soil Preservation and the Future of Pedology" (PDF). Retrieved 2006-06-08.

Pedologi merupakan satu dari dua cabang utama ilmu tanah, selain edafologi (ilmu kesuburan tanah).



Gambar 4.6 Sistem Bentuk Lahan Vulkanik dan Karst (Batuan Kapur)



Gambar 4.7 Sistem Bentuk Lahan: Alluvial sampai Krast

BAB 5

PERMASALAHAN LAHAN - IRIGASI

*Bengawan Solo*⁸⁵

.....

.....

Musim kemarau
Tak seberapa airmu
Dimusim hujan air..
Meluap sampai jauh

Reff. Mata airmu dari Solo
Terkurung gunung seribu
Air meluap sampai jauh
Dan akhirnya ke laut

.....

.....

⁸⁵ "Bengawan Solo" adalah sebuah lagu karya Gesang yang menceritakan tentang aliran Sungai Bengawan Solo. Gesang menciptakan lagu ini pada tahun 1940 pada saat Gesang berumur 23 tahun. Selain terkenal di Indonesia, lagu ini merupakan lagu yang terkenal di seluruh Asia semenjak diperkenalkan oleh para tentara Jepang. Gesang Martohartono adalah seorang penyanyi dan pencipta lagu asal Indonesia. Dikenal sebagai "maestro keroncong Indonesia," ia terkenal lewat lagu "Bengawan Solo" ciptaannya, yang terkenal di Asia, terutama di Indonesia dan Jepang. Kelahiran: 1 Oktober 1917, Surakarta Meninggal: 20 Mei 2010, Surakarta.

Apa makna dari lagu Bengawan Solo?

Lagu "Bengawan Solo" memiliki makna sebagai cermin kehidupan. Kehadiran air dibutuhkan dan menjadi tumpuan banyak orang. Bengawan Solo telah menjalani perjalanan yang panjang sebagaimana seorang manusia.

Air memang sangat dibutuhkan dalam kehidupan ini oleh siapa saja baik manusia hewan atau tumbuhan. Namun jika air tidak ada maka akan terjadi permasalahan dalam hidup ini. Sebaliknya jika air sangat berlebihan juga akan memberikan dampak baru bagi kehidupan juga.

Dalam bab ini akan dibahas dampak dari air bagi kehidupan ini dan bagaimana cara konservasinya agar air bisa memberikan kehidupan berkelanjutan.

A. Pengertian Air

Air merupakan bagian dari ekosistem secara keseluruhan. Keberadaan air di suatu tempat yang berbeda membuat air bisa berlebih dan bisa berkurang sehingga dapat menimbulkan berbagai persoalan. Untuk itu, air harus dikelola dengan bijak dengan pendekatan terpadu secara menyeluruh. Terpadu berarti keterikatan dengan berbagai aspek. Untuk sumber daya air yang terpadu membutuhkan keterlibatan dari berbagai pihak (Robert J. Kodoatie, Roestam, Sjarief 2007).⁸⁶

Menurut ilmu kimia, air adalah substansi kimia yang memiliki rumus H_2O yang merupakan satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen (H) dan oksigen (O). Pada kondisi standar, air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Zat kimia di dalam air merupakan suatu pelarut, memiliki kemampuan melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

⁸⁶ Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. 2007. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Cetakan 2 – Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi

Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, diantaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu (Gabriel, 2001).⁸⁷

1. Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia

a. Derajat Keasamaan (pH)

pH merupakan salah satu faktor yang sangat penting mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba di dalam air akan tumbuh dengan baik pada pH 6,0-8,0 pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air. Menurut standar kualitas air, pH yang baik yaitu berkisar 6,5-9,2. Apabila pH kecil dari 6,5 atau lebih besar dari 9,2 maka akan menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air yang dibuat dari logam dan dapat mengakibatkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan manusia.

b. Total Solid

Tingginya angka total solids merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah dengan angka total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/l. Apabila melebihi dari standar yang telah ditentukan maka akan berakibat :

⁸⁷ Gabriel, J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Hipokrates.

- 1) Air tidak enak rasanya
- 2) Rasa mual
- 3) Terjadinya cardiac diseases serta toxaemia pada wanita-wanita hamil

c. Jumlah Kesadahan (Total Hardness)

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation- kation penyebab utama dari kesadahan Ca^{++} , Mg^{++} , Sr^{++} , Fe^{++} dan Mn^{++} . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh Ca^{++} dan Mg^{++} secara bersama-sama. Standar kualitas menetapkan kesadahan total adalah 5-10 derajat jerman. Apabila kesadahan kurang dari 5 derajat jerman maka air akan menjadi lunak. Jika lebih dari 10 derajat jerman maka akan mengakibatkan :

- 1) Kurangya efektifitas sabun
- 2) Menyebabkan lapisan kerak pada alat dapur
- 3) Sayur-sayuran menjadi keras apabila dicuci dengan air ini

d. Zat Organik

Adanya zat organik di dalam air disebabkan karena air buangan dari rumah tangga, industri, kegiatan pertanian dan pertambangan. Zat organik di dalam air dapat ditentukan dengan mengukur angka permangantnya (KmnO_4). Di dalam standar kualitas, ditentukan maksimal angka permangantnya 10 mg/l.

Penyimpangan standar kualitas tersebut akan mengakibatkan:

- 1) Timbulnya bau tak sedap
- 2) Menyebabkan sakit perut

e. Kimia Anorganik

Kimia anorganik terdiri atas :

1) Calcium (Ca)

Adanya Ca dalam air sangat dibutuhkan dalam jumlah tertentu, yaitu untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Sedangkan bila telah melewati ambang batas, kalsium dapat menyebabkan kesadahan, kesadahan dapat berpengaruh secara ekonomis maupun terhadap kesehatan yaitu efek korosif dan menurunnya efektifitas dari kerja sabun. Standar yang ditetapkan DEPKES sebesar 75-200 mg/l. Sedangkan WHO inter-regional water study group adalah sebesar 75-150 mg/l.

2) Tembaga (Cu)

Ukuran batas ada atau tidaknya tembaga adalah 0,05-1,5 mg/L. Dalam jumlah kecil Cu sangat diperlukan untuk pembentukan sel darah merah, sedangkan dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak di lidah, disamping dapat menyebabkan kerusakan pada hati.

3) Sulfida (S_2 atau H_2S)

H_2S sangat beracun dan berbau busuk, oleh karena itu zat ini tidak boleh terdapat dalam air minum. Dalam jumlah besar dapat menimbulkan atau memperbesar keasaman air sehingga menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa logam.

4) Amonia (NH_3)

Bahan ini sangat berbau yang sangat menusuk hidung atau baunya sangat tajam sehingga tidak boleh sama sekali dalam air minum.

5) Magnesium (Mg)

Efek yang ditimbulkan oleh Mg sama dengan kalsium yaitu menyebabkan terjadinya kesadahan. Dalam jumlah kecil Mg dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, sedang dalam jumlah yang lebih besar dari 150 mg/L dapat menyebabkan rasa mual.

6) Besi (Fe)

Besi adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Di alam didapat sebagai hematit. Di dalam air minum Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi dan kekeruhan. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin.

Di dalam standar kualitas ditetapkan kandungan besi di dalam air sebanyak 0,1 -1,0 mg/L. Jika dalam jumlah besar Fe dapat menyebabkan :

- a) Merusak dinding usus.
- b) Rasa tidak enak dalam air, pada konsentrasi lebih dari 2 mg/L
- c) Menimbulkan bau dan warna dalam air

7) Cadmium (Cd)

Dalam standar kualitas ditetapkan konsentrasi maksimal 0,01 mg/L. Apabila cadmium melebihi standar, maka cadmium tersebut akan terakumulasi dalam jaringan tubuh sehingga mengakibatkan penyakit ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi hemoglobine darah dan pigmentasi.

8) Mangan (Mn)

Tubuh manusia membutuhkan mangan rata-rata 10 mg/L sehari yang dapat dipenuhi dari makanan. Tetapi mangan bersifat toksis terhadap alat pernafasan. Standar kualitas menetapkan: kandaungan mangan di dalam air 0,05-05 mg/L.

9) Air Raksa (Hg)

Raksa merupakan logam berbentuk cair dalam suhu kamar yang bersifat toksis. Di dalam standar ditetapkan sebesar 0,001 mg/L. Jika dalam air terdapat air raksa lebih dari standar, akan menyebabkan:

- a) Keracunan sel-sel tubuh
- b) Kerusakan ginjal, hati dan syaraf

c) Keterbelakangan mental dan cerebral polcy pada bayi

10) Seng (Zn)

Satuan yang dipergunakan adalah mg/L dengan batas antara 1,0 sampai 15 mg/L. Zn dapat menyebabkan hambatan pada pertumbuhan anak. Akan tetapi apabila jumlahnya besar dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada air minum.

11) Arsen

Arsen dapat diperbolehkan dalam air paling banyak sebesar 0,05 mg/L. Jika dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan, kanker kulit, hati dan saluran empedu.

12) NO₃

Batas maksimum NO₃ dalam air minum adalah sebesar 20 mg/L. Jumlah nitrat yang besar cenderung berubah menjadi nitrit, yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobine yang dapat menghalangi perjalanan oksigen di dalam tubuh.

13) Sulfat

Kadar yang dianjurkan 200-400 mg/L, apabila jumlahnya besar dapat bereaksi dengan ion natrium atau magnesium dalam air sehingga membentuk garam natrium sulfat atau magnesium sulfat yang dapat menimbulkan rasa mual.

f. Kimia organik

Kimia organik terdiri atas:

1) Aldrin dan Dieldrin

Aldrin dan dieldrin dapat terjadi disebabkan karena biokumulasi pada organisme air yang dimakan manusia dan menimbulkan kanker dan mutasi.

2) Benzen

Benzen dapat menimbulkan rasa, warna atau bau tidak sedap.

3) Chlordane (Total Isomer)

Chlordane merupakan insektisida. Penyakit yang ditimbulkan hyperexytasi, konvulsi, anemia, trombochytopenia, agranulocytosis.

4) Heptachlor dan Hepachlorepoxide

Meskipun tidak menimbulkan keracunan akut tetapi terjadi akumulasi dalam rantai makanan dan bersifat carcinogenic.

2. Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Mikrobiologis

Bakteri yang paling banyak digunakan sebagai indikator sanitasi adalah *E. coli*, karena bakteri ini adalah bakteri komensal pada usus manusia, umumnya bukan patogen penyebab penyakit sehingga pengujiannya tidak membahayakan dan relatif tahan hidup di air sehingga dapat dianalisis keberadaannya di dalam air yang notabene bukan merupakan medium yang ideal untuk pertumbuhan bakteri. Keberadaan *E. coli* dalam air atau makanan juga dianggap memiliki korelasi tinggi dengan ditemukannya patogen pada pangan.

E. coli adalah bakteri Gram negatif berbentuk batang yang tidak membentuk spora yang merupakan flora normal di usus. Meskipun demikian, beberapa jenis *E. coli* dapat bersifat patogen, yaitu serotipe-serotipe yang masuk dalam golongan *E. coli* Enteropatogenik, *E. coli* Enteroinvasif, *E. coli* Enterotoksigenik dan *E. coli* Enterohemoragik. Jadi adanya *E. coli* dalam air minum menunjukkan bahwa air minum tersebut pernah terkontaminasi kotoran manusia dan mungkin dapat mengandung patogen usus. Oleh karenanya standar air minum mensyaratkan *E. coli* harus absen dalam 100 ml.

Berbagai cara pengujian *E. coli* telah dikembangkan, tetapi analisis konvensional yang masih banyak dipraktikkan adalah dengan 4 tahap analisis yang memerlukan waktu 5-7 hari. Empat tahap analisis tersebut adalah Uji Pendugaan dengan metode MPN (most probable number), Uji penguat pada medium selektif, Uji lengkap

dengan medium lactose broth, serta Uji Identifikasi dengan melakukan reaksi IMViC (indol, methyl red, Vogues-Praskauer, dan citrate). Jadi untuk dapat menyimpulkan *E. coli* berada pada air atau makanan diperlukan seluruh tahapan pengujian di atas. Apabila dikehendaki untuk mengetahui serotipe dari *E. coli* yang diperoleh untuk memastikan apakah *E. coli* tersebut patogen atau bukan maka dapat dilakukan uji serologi. Meskipun demikian, beberapa serotipe patogen tertentu seperti O157:H7 yang ganas tidak dapat diuji langsung dengan pengujian 4 tahap ini dan memerlukan pendekatan analisis khusus sejak awal.

Karena uji *E. coli* yang kompleks, maka beberapa standar, misalnya Standar Nasional Indonesia (SNI), mensyaratkan tidak adanya coliform dalam 100 mL air minum. Coliform adalah kelompok bakteri Gram negatif berbentuk batang yang pada umumnya menghasilkan gas jika ditumbuhkan dalam medium laktosa. Salah satu anggota kelompok coliform adalah *E. coli* dan karena *E. coli* adalah bakteri coliform yang ada pada kotoran manusia maka *E. coli* sering disebut sebagai coliform fekal. Pengujian koliform jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan uji *E. coli*, karena hanya memerlukan Uji penduga yang merupakan tahap pertama uji *E. coli* 4 tahap di atas. Jika terdapat coliform dalam air minum atau makanan maka ada kemungkinan air atau makanan itu mengandung *E. coli*, tetapi mungkin juga tidak mengandung *E. coli* karena bakteri-bakteri bukan patogen dan bukan asal usus dari genus *Enterobacter* dan beberapa *Klebsiella* juga menghasilkan uji koliform positif. Jika ingin diketahui apakah coliform tersebut merupakan coliform fekal atau *E. coli* maka uji tersebut dapat dilanjutkan dengan uji 4 tahap di atas. Akan tetapi jika uji penduga tidak menunjukkan adanya coliform, maka tidak perlu dilakukan uji 4 tahap di atas.

Demikian sekedar pengetahuan air terhadap kesehatan manusia. Selanjutnya akan kita bahas air terhadap pertanian. Dalam dunia pertanian air dibutuhkan sebagai irigasi.

B. Irigasi

1. Pengertian irigasi dari para ahli

Irigasi adalah pemberian air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. (Basri, Junaidi, 1987)⁸⁸

Irigasi merupakan kegiatan penyediaan dan pengaturan air untuk memenuhi kepentingan pertanian dengan memanfaatkan air yang berasal dari air permukaan dan tanah. (Karta Saputro, 1994)⁸⁹

Irigasi adalah sejumlah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau bendung yang dialirkan melalui system jaringan irigasi untuk menjaga keseimbangan jumlah air didalam tanah. (Suharjono, 1994)⁹⁰

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 23/1982 Ps. 1, pengertian irigasi, bangunan irigasi, dan petak irigasi telah dibakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Irigasi adalah usaha penyediaan dan penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian.
- b. Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian pemberian dan penggunaannya.
- c. Daerah irigasi adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi.

⁸⁸ Basri, Junaidi. 1987. *Dasar-dasar Mekanisasi Pertanian*. Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.

⁸⁹ Kartasapoetra, A.G dan M. M. Sutedjo, 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*, Bumi aksara. Jakarta.

⁹⁰ Suhardjono. (1994). *Kebutuhan Air Tanaman*. Institut Teknologi Malang: Malang.

- d. Petak irigasi adalah petak tanah yang memperoleh air irigasi.

Dari butir-butir pengertian tentang irigasi dan jaringan irigasi tersebut di atas kemudian dapat disusun rumusan pengertian irigasi sebagai berikut: Irigasi merupakan bentuk kegiatan penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaan air untuk pertanian dengan menggunakan satu kesatuan saluran dan bangunan berupa jaringan irigasi.

Irigasi merupakan kreativitas atau pemikiran manusia dari jaman dahulu untuk mengalirkan air dari suatu sumber menuju ke tempat-tempat yang membutuhkan air. Irigasi dilakukan untuk mengairi sawah atau kebun. Pada umumnya, sistem irigasi berbentuk selokan atau parit yang mengelilingi sawah atau kebun dan airnya dialirkan dengan memanfaatkan gaya gravitasi atau perbedaan tinggi rendah permukaan tanah.

Menurut Hansen dkk (1986)⁹¹, secara umum irigasi ialah pemanfaatan air untuk kegunaan hal-hal di bawah ini :

- a. Menyediakan cairan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman
- b. Menyediakan jaminan panen pada saat musim kemarau pendek
- c. Mendinginkan tanah dan atmosfer agar terjadi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan tanaman
- d. Mengurangi garam dalam tanah
- e. Mengurangi bahaya erosi
- f. Melunakkan pembajakan dan gumpalan tanah
- g. Memperlambat pembentukan tunas dengan pendinginan karena penguapan

Dari apa yang telah dikemukakan di atas, dapat disimpulkan bahwa irigasi adalah bagian yang sangat penting bagi keberhasilan suatu lahan pertanian. Oleh sebab

⁹¹ Hansen, V. E. et al., 1986. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta : Erlangga.

itu, irigasi perlu diupayakan untuk memenuhi kebutuhan air lahan.

Mawardi Erman (2007:5)⁹² menyatakan bahwa irigasi adalah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 25 Tahun 2001 (BAB I pasal 1) tentang irigasi dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Tujuan utama irigasi adalah mewujudkan kemanfaatan air yang menyeluruh, terpadu, dan berwawasan lingkungan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya petani (Peraturan Pemerintah tahun 2001; BAB I pasal 2).

Tersedianya air irigasi memberikan manfaat dan kegunaan lain, seperti:

- a. Mempermudah pengolahan lahan pertanian
- b. Memberantas tumbuhan pengganggu
- c. Mengatur suhu tanah dan tanaman
- d. Memperbaiki kesuburan tanah
- e. Membantu proses penyuburan tanah

Dalam pemenuhan kebutuhan air irigasi perlu diusahakan secara menyeluruh dan merata, khususnya apabila ketersediaan air terbatas. Pada musim kemarau misalnya banyak areal pertanian yang tidak ditanami karena air yang dibutuhkan tidak mencukupi.

⁹² Mawardi, Erman. 2007. *Desain Hidroulik Bangunan Irigasi*. Bandung : Alfabeta.



Gambar 5.1 Irigasi

2. Sejarah Irigasi Indonesia⁹³

Perkembangan irigasi di Indonesia menuju sistem irigasi maju dan tangguh tak lepas dari irigasi tradisional yang telah dikembangkan sejak ribuan tahun yang lampau. Irigasi maju atau modern dapat saja muncul karena usaha memperbaiki atau kelanjutan pengembangan tradisi yang telah ada, pada umumnya sangat dipengaruhi oleh ciri-ciri geografis setempat dan perkembangan budidaya pertanian. Di Indonesia, walaupun perkembangan budidaya padi sawah telah berlangsung sejak lama yaitu sejak zaman neolitik, perkembangan irigasi-irigasi diperkirakan baru berlangsung sejak lebih 1000 tahun yang lampau pada zaman kerajaan-kerajaan Hindu di Jawa.

Warisan kebudayaan irigasi yang sudah cukup tua adalah irigasi Subak di Bali dan irigasi-irigasi kecil di Jawa. Secara fisik irigasi-irigasi kecil tersebut tidak dapat bertahan lama karena mengalami proses inundasi dan longsor oleh banjir.

Warisan irigasi dengan mazhab tersendiri dengan ciri-ciri kebudayaan adalah irigasi Subak di Bali. Subak merupakan perpaduan dari suatu masyarakat irigasi, unit

⁹³ <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/365/sejarah-irigasi-di-indonesia>

produksi pertanian, badan usaha yang otonom dan masyarakat agama.

Teknologi penanaman padi pada umumnya diperoleh melalui proses uji coba selama berabad-abad. Arti penting dari teknologi tersebut adalah kemampuan lahan sawah menyerap tenaga kerja yang semakin lama semakin besar tanpa kehilangan kemampuan berproduksi. Menurut laporan, sistem irigasi lokal pada zaman pra kolonial terbatas pada daerah tertentu saja. Pada 1888 ditaksir luas irigasi hanya sekitar 1,27 juta ha.

Sistem irigasi modern diperkirakan dimulai pada pertengahan abad XIX sebagai upaya mengatasi kelaparan yang terjadi di Jawa Tengah. Perkembangan irigasi secara pesat terjadi pada permulaan abad XX setelah dikumandangkannya politik etik oleh pemerintah jajahan dan ditemukannya teknologi irigasi di dataran rendah.

Untuk mempersiapkan pembangunan irigasi secara besar-besaran pada tahun 1871 dibentuk sebuah komisi yang diketuai oleh R. De Bruyn, bekas Direktur Jendral BOW (Burgelijke Openbare Werken). Sebagai hasil dari komisi de bruyn dibentuk suatu bagian khusus dari BOW yang menangani irigasi. Bagian tersebut yang mula-mula disebut brigade irigasi menjadi afdeling irigasi (bagian irigasi). Pada 1889 mulai diresmikan berdirinya Afdeling Serayu Komisi de Bruyn juga mengusulkan dibentuknya dinas eksploitasi untuk mengelola sungai dan sumber daya air lainnya termasuk untuk irigasi dan drainase.

Pada tahun 1890 dibuat suatu rencana besar pembangunan irigasi (workplan 1890) untuk mengairi areal irigasi seluas 577.000 bau (409.670 ha) di Jawa dengan perkiraan biaya sebesar 35.525.000 gulden. Pada tahun 1905 dibentuk komisi untuk memajukan kegunaan dan rehabilitasi dari pekerjaan irigasi yang telah dibangun terutama kaitannya dengan pertanian. Inspektur pertanian menjadi anggota resmi komisi tersebut. Pada tahun 1906 dibentuk komisi untuk mempersiapkan retribusi dan

sumbangan tetap dari perkebunan untuk membantu pembiayaan petugas dalam mengawasi pelaksanaan pembagian air. Kedua komisi tersebut pada tahun 1916 dilebur menjadi komisi untuk mengurus masalah irigasi di Jawa dan Madura yang merupakan cikal bakal panitia irigasi yang dibentuk pada tahun 1920.

Beberapa hal yang perlu dicatat dalam kerangka persiapan pembentukan organisasi pengairan pada permulaan abad ke XX :

- a. Wilayah kerja organisasi pengairan tidak disesuaikan dengan wilayah administrasi pemerintahan, tetapi adalah suatu wilayah yang didasarkan pada kesatuan eksploitasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.
- b. Dipisahkannya unit organisasi yang menangani pekerjaan konstruksi dengan unit yang menangani eksploitasi dan pemeliharaan irigasi.
- c. Dibedakannya sistem irigasi menurut berbagai kategori untuk dapat memahami proses pembangunan yang terjadi.

Empat kategori pengairan yang dipertimbangkan dalam menangani pembangunan irigasi:

- a. Sistem irigasi yang secara menyeluruh dikerjakan pemerintah, termasuk keperluan untuk membagi air secara teratur.
- b. Sistem irigasi yang dianggap penting yang pembangunannya dirintis oleh masyarakat setempat dengan bangunan-bangunan irigasi yang sifatnya permanen.
- c. Sistem irigasi yang dibangun oleh masyarakat setempat dengan ciri-ciri setempat dengan bangunan-bangunan yang kurang permanen.
- d. Saluran-saluran pembuangan dan sungai-sungai yang oleh masyarakat dimanfaatkan dengan cara yang sangat sederhana. Namun demikian kategori-kategori tersebut belum menggambarkan tingkat perkembangan dalam pengelolaan sistem irigasi.

Terdapat dua model pengelolaan irigasi:

- a. Sistem pengelolaan yang didasarkan atas kebijaksanaan pola tanam yang telah ditetapkan pada sistem irigasi yang dibangun pemerintah. Pola tanam yang dimaksud adalah pergiliran antara tanaman tebu yang mendapat dukungan pemerintah kolonial sebagai komoditi ekspor dan tanaman rakyat yaitu padi dan palawija.
- b. Sistem pengelolaan yang didasarkan atas praktek-praktek irigasi setempat dengan cara pembagian air yang proposional menurut luasnya wilayah yang diairi. Model kedua ini secara menonjol dipraktekkan di Subak di samping pada irigasi tradisional di Jawa.

Prinsip pengelolaan menurut model pertama adalah yang dipraktekkan pada daerah-daerah yang dibangun dengan bantuan pemerintah jajahan. Sebagai konsekuensi adalah dikembangkannya berbagai kelembagaan dan teknologi yang mendukung prinsip pengelolaan tersebut. Misalnya pada tahun 1928 mulai ditetapkan penggolongan irigasi-irigasi dengan mempraktekkan pergiliran jadwal tanam dan pergiliran antar golongan tanam.

Pada tahun 1936 mulai diberlakukan peraturan umum tata air (Het algemen water reglement). Salah satu unsur penting AWR adalah tata tanam (cultuur plan) pada daerah irigasi terutama pada daerah irigasi yang airnya tidak cukup di musim kemarau. AWR juga membedakan gadu menurut prioritas berdasarkan kriteria tertentu, dan membedakan antara gadu teratur dan tidak teratur. Praktek membedakan tanaman gadu tersebut tetap dilaksanakan sampai sekarang oleh seksi irigasi dalam versi lain, yaitu gadu izin dan tanpa izin.

Pada waktu pecah perang Pasifik (PD II) yang kemudian berlanjut dengan masa pendudukan jepang dan perang kemerdekaan, maka pembangunan dan pengelolaan atau operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi praktis terhenti sama sekali. Karena tidak ada pembangunan jaringan baru, maka jumlah luas lahan pertanian beririgasi

dengan sendirinya tidak bertambah. Tetapi yang lebih parah lagi adalah akibat dari ketiadaan operasi dan pemeliharaan. Akibat dari ketiadaan usaha ini, maka secara berangsur kondisi jaringan irigasi mengalami kemerosotan yang berkelanjutan.

Setelah kita peroleh pengakuan kemerdekaan, keadaan seperti yang disebutkan di atas tidak membaik. Keadaan perekonomian dan keadaan politik sangat tidak stabil dan kurang mendukung terhadap usaha-usaha pembangunan dan pengelolaan jaringan irigasi. Akibatnya maka pada waktu kita memasuki PJP-I keadaan jaringan-jaringan irigasi kita umumnya sangat menyedihkan. Bangunan-bangunan dan saluran-saluran hampir seluruhnya dalam keadaan rusak dan kurang terawat. Diperkirakan fungsi/kemampuan jaringan irigasi kita hanyalah berkisar antar 40% sampai 60% dari fungsi kemampuan rencana. Dengan demikian maka intensitas tanam dan produktivitas lahan juga mengalami kemerosotan yang jauh. Hal inilah yang antara lain merupakan penyebab dari defisit beras yang berkelanjutan.

Pembangunan pengairan dalam PJP-I ditekankan dan dititikberatkan pada penunjang kebutuhan sektor pertanian, dengan sasaran menunjang pencapaian swasembada beras secepat mungkin. Ini dilakukan terutama melalui program penyediaan air untuk sawah-sawah dalam jumlah yang cukup dan pada waktu yang diperlukan, yang merupakan unsur pertama dari lima unsur dalam penerapan Panca Usaha Tani. Maka ditempuhlah strategi pembangunan irigasi yang cepat meghasilkan (*quick yielding*), dengan memberi prioritas pada program-program:

- a. Rehabilitasi Jaringan Irigasi, yang mendapat prioritas tinggi karena hemat waktu dan biaya daripada pembangunan jaringan baru.
- b. Pembangunan Jaringan Baru Irigasi, terutama berupa Bangunan Jaringan Irigasi Sederhana: jaringan berskala kecil, menggunakan teknologi sederhana, cepat berfungsi,

serta murah biayanya. Dan berkemampuan membawa air dari sumbernya ke tempat pemanfaatan dengan cara sesederhana mungkin.

- c. Peningkatan Operasi & Pemeliharaan Jaringan Irigasi, untuk mencapai tingkat kinerja jaringan irigasi yang andal, optimal dan berkelanjutan.

Melalui pembangunan secara bertahap dan berkelanjutan, pada akhir Pelita III (1984/1985) pembangunan pengairan berhasil mengupayakan total luas panen padi 9,6 juta ha dari total sawah beririgasi 4,6 juta ha. Di dalamnya tercakup pencapaian program rehabilitasi guna peningkatan keandalan fungsi terhadap sebagian dari 3,4 juta ha jaringan irigasi peninggalan Orde Lama, serta pembangunan jaringan irigasi, termasuk di daerah rawa.

Berkat pembangunan berbagai sektor, termasuk pembangunan pengairan khususnya pembangunan jaringan irigasi, yang menunjang upaya peningkatan produksi beras, sehingga tercapainya swasembada beras pada tahun 1984, tatkala Indonesia mampu memproduksi beras 25,8 juta. Padahal beberapa tahun sebelumnya, negeri ini dikenal sebagai pengimpor beras terbesar didunia dengan total impor dua juta ton setahun.

Dengan laju peningkatan konsumsi beras dengan laju 1,7 sampai 2,0% setahun, maka mempertahankan swasembada beras bukanlah berarti mempertahankan tingkat produksi yang sama dengan tahun 1984, melainkan peningkatan produksi beras yang mengantisipasi atau menutup peningkatan kebutuhan seluruh penduduk.

Keseluruhan sawah beririgasi pada akhir PJP-I mencapai 5,7 juta ha, termasuk didalamnya pengembangan daerah rawa seluas 1,3 juta ha, dan rehabilitasi terhadap 2,9 juta ha sawah berfungsi optimal. Namun, dengan asumsi selama PJP-II telah terjadi alih fungsi lahan atas sawah beririgasi diperhitungkan mencapai 5,2 juta ha.

3. Maksud dan tujuan irigasi

Maksud irigasi adalah suatu sistem pemberian air ketanah-tanah pertanian guna mencukupi kebutuhan tanaman agar tanaman tersebut tumbuh dengan baik.

Adapun tujuan dari irigasi antara lain :

a. Membasahi tanaman

Membasahi tanah dengan menggunakan air irigasi bertujuan memenuhi kekurangan air didaerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada. Hal ini penting sekali karena kekurangan air yang di perlukan untuk tumbuh dapat mempengaruhi hasil panen tanaman tersebut.

b. Merabuk

Merabuk adalah pemberian air yang tujuannya selain membasahi juga member zat-zat yang berguna bagi tanaman itu sendiri

c. Mengatur suhu

Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suhu yang tidak terlalu tinggi daan tidak terlalu rendah, sesuai dengan jenis tanamannya.

d. Membersihkan tanah / memberantas hama

Makhsud irigasi juga pertujuan untuk membasmi hama- hama yang berada dan bersarang dalam tanah dan membahayakan bagi tanaman sehingga pada musim kemarau sebaiknya sawah diberikan air agar sifat garamnya hilang.

e. Kolmatase

Kolmotase adalah pengairan dengan maksud memperbaiki / meninggikan permukaan tanah.

f. Menambah persediaan air tanah

Tujuan bermaksud menambah persediaan air tanah untuk keperluan sehari-hari. Biasanya dilakukan dengan cara menahan air disuatu tempat, sehingga memberikan kesempatan pada air tersebut untuk meresap kedalam tanah yang pada akhirnya dimanfaatkan oleh yang

memerlukan. (sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)⁹⁴

4. Jenis-jenis irigasi

Pemilihan sistem irigasi untuk suatu daerah tergantung dari keadaan topografi, biaya, dan teknologi yang tersedia.

Berikut ini terdapat empat jenis sistem irigasi:

a. Irigasi gravitasi

Sistem irigasi ini memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk pengaliran airnya. Dengan prinsip air mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah karena ada gravitasi. Jenis irigasi yang menggunakan sistem irigasi seperti ini adalah: irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.

b. Irigasi siraman

Pada sistem irigasi ini air dialirkan melalui jaringan pipa dan disemprotkan ke permukaan tanah dengan kekuatan mesin pompa air. Sistem ini biasanya digunakan apabila topografi daerah irigasi tidak memungkinkan untuk penggunaan irigasi gravitasi. Ada dua macam sistem irigasi saluran, yaitu: pipa tetap dan pipa bergerak.

c. Irigasi bawah permukaan

Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah. Adanya air ini mengakibatkan muka air tanah pada petak sawah naik. Kemudian air tanah akan mencapai daerah penakaran secara kapiler sehingga kebutuhan air akan dapat terpenuhi.

⁹⁴ *Standard Perencanaan Irigasi, 2013, Kreteria Perencanaan bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP - 01, Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa. Jakarta*

d. Irigasi tetesan

Air dialirkan melalui jaringan pipa dan diteteskan tepat di daerah penakaran tanaman dengan menggunakan mesin pompa sebagai tenaga penggerak. Perbedaan jenis sistem irigasi ini dengan sistem irigasi siraman adalah pipa tersier jalurnya melalui pohon, tekanan yang dibutuhkan kecil (1 atm).

(Sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)⁹⁵

5. Klasifikasi jaringan irigasi

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yakni:

a. Jaringan irigasi sederhana

Di dalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani pemakai air itu tergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah di dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dengan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir-hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk sistem pembagian airnya.

b. Jaringan irigasi semi teknis

Dalam banyak hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semi teknis adalah bahwa jaringan semi teknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya. Mungkin juga dibangun beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana. Adalah mungkin bahwa pengambilan dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas

⁹⁵ *ibid*

dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah.

c. Jaringan irigasi teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut.

(sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)⁹⁶

6. Petak irigasi

a. Petak tersier

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (off take) tersier. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier. Petak tersier yang kelewat besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak efisien. Faktor-faktor penting lainnya adalah jenis tanaman dan topografi. Di daerah-daerah yang ditanami padi luas petak tersier idealnya maksimum 50 ha, tapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir sampai seluas 75 ha, disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemudahan eksploitasi dengan tujuan agar pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan lebih mudah. Petak tersier harus mempunyai batas-batas yang jelas seperti misalnya parit,

⁹⁶ *ibid*

jalan, batas desa dan batas perubahan bentuk medan (terrain fault).



Gambar 5.2 Irigasi Petak Tersier⁹⁷

Petak tersier dibagi menjadi petak-petak kuarter, masing-masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian kalau petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuarter lebih baik dibawah 500m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800m.

⁹⁷ <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/356/mengenal-bangunan-irigasi-saluran-pembawa>

b. Petak sekunder

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda-tanda topografi yang jelas, seperti misalnya saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda-beda, tergantung pada situasi daerah. Saluran sekunder sering terletak di punggung medan mengairi kedua sisi saluran hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncana sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja.



Gambar 5.3 Irigasi Petak Sekunder⁹⁸

Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah

⁹⁸ *ibid*

saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.



Gambar 5.4 Irigasi Petak Primer⁹⁹
(sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)¹⁰⁰

7. Bangunan irigasi

Bangunan irigasi digunakan untuk keperluan dalam menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi, sehingga air dapat mengalir dengan baik ke areal persawahan.

a. Bangunan utama

Bangunan utama (head works) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan dan disepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat di pakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk. Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama pintu bilas kolam olah dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan- bangunan pelengkap.

⁹⁹ *ibid*

¹⁰⁰ *Standard Perencanaan Irigasi, 2013, Kreteria Perencanaan bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP – 01, Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa. Jakarta*



Gambar 5.5 Bangunan Utama¹⁰¹

Bangunan utama dapat diklasifikasi ke dalam sejumlah kategori, bergantung kepada perencanaannya. Berikut ini terdapat beberapa kategori antara lain:

- 1) Bendung atau Bendung gerak
- 2) Bendung karet
- 3) Pengambilan bebas
- 4) Pengambilan dari waduk
- 5) Stasiun pompa

b. Bangunan pembawa

Bangunan-bangunan pembawa membawa air dari ruas hulu ke ruas hilir saluran. Aliran yang melalui bangunan ini bisa superkritis atau subkritis.

1) Bangunan pembawa dengan aliran superkritis

Bangunan pembawa dengan aliran tempat di mana lereng medannya maksimum saluran. Superkritis diperlukan di tempat lebih curam daripada kemiringan maksimal saluran. (Jika di tempat dimana kemiringan medannya lebih curam daripada kemiringan dasar saluran, maka bisa terjadi aliran superkritis yang akan dapat merusak saluran. Untuk itu diperlukan bangunan peredam). Macam-macam bangunan pembawa dengan aliran superkritis:

¹⁰¹ Sumber: DPUPKP Kulon Progo

- a) Bangunan Terjun
- b) Got Miring
- 2) Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (Bangunan silang)

Macam-macam bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang):

- a) Gorong-gorong
- b) Talang
- c) Sipon
- d) Jembatan sipon
- e) Flum (flume)
- f) Saluran tertutup
- g) Terowongan



Gambar 5.6 Jembatan Sipon Cibeet Karawang

- c. Bangunan bagi dan sadap

Bangunan bagi dan sadap pada irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat pengukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah dan pada waktu tertentu. Untuk itu kriteria ini menetapkan agar diterapkan tetap memakai pintu dan alat ukur debit dengan memenuhi tiga syarat proporsional:

- 1) Bangunan bagi terletak di saluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.

- 2) Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder ke saluran tersier penerima.
- 3) Bangunan bagi dan sadap mungkin digabung menjadi satu rangkaian bangunan.

Boks-boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan atau kuarter).



Gambar 5.7 Bangunan Bagi-Sadap¹⁰²

d. Bangunan pengatur dan pengukur

Aliran akan di ukur di hulu (udik) saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (free overflow) dan bangunan ukur aliran bawah (underflow). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air.

¹⁰² Sumber Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air - MalangKab

Berdasarkan KP-04 Bangunan memberikan uraian terinci mengenai peralatan ukur dan penggunaannya.



Gambar 5.8 Bangunan Pengatur dan Pengukur¹⁰³

Peralatan berikut dianjurkan pemakaiannya :

- 1) Di hulu saluran primer

Untuk aliran besar alat ukur ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk pengatur.

- 2) Di bangunan bagi bangunan sadap sekunder

Pintu romijn dan pintu crump-de gruyter dipakai untuk mengukur dan mengatur aliran. Bila debit terlalu besar, maka alat ukur ambang lebar dengan pintu sorong atau radial bisa dipakai seperti untuk saluran primer.

- 3) Di bangunan sadap tersier

Untuk mengatur dan mengukur aliran dipakai alat ukur romijn atau jika fluktuasi di saluran besar dapat dipakai alat ukur crump-de gruyter. Di petak-petak tersier kecil di sepanjang saluran primer dengan tinggi muka air yang bervariasi dapat dipertimbangkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, di lokasi yang petani tidak bisa menerima bentuk ambang sebaiknya dipasang alat

¹⁰³ Sumber : <https://www.slideshare.net/bobsagune3/bangunan-air-47360674>

ukur parshall atau cut throat flume. Alat ukur parshall memerlukan ruangan yang panjang, presisi yang tinggi dan sulit pembacaannya, alat ukur cut throat flume lebih pendek dan mudah pembacaannya.

e. Bangunan lindung

Diperlukan untuk melindungi saluran baik dari dalam maupun dari luar. Dari luar bangunan itu memberikan perlindungan terhadap limpasan air buangan yang berlebihan dan dari dalam terhadap aliran saluran yang berlebihan akibat kesalahan eksploitasi atau akibat masuknya air dan luar saluran. Bangunan lindung terdiri dari:

- 1) Bangunan pembuang silang
- 2) Pelimpah (spillway)
- 3) Bangunan penggelontor sedimen (sediment excluder)
- 4) Bangunan penguras (wasteway)
- 5) Saluran pembuang samping
- 6) Saluran gendong

f. Bangunan pelengkap

Tanggul-tanggul diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada umumnya tanggul diperlukan di sepanjang sungai di sebelah hulu bendung atau di sepanjang saluran primer.

(Sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)

8. Standar tata nama

Nama-nama yang diberikan untuk saluran-saluran irigasi dan pembuang, bangunan-bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang diberikan harus pendek dan tidak mempunyai tafsiran ganda (ambigu). Nama-nama harus dipilih dan dibuat sedemikian sehingga jika dibuat bangunan baru kita tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

a. Daerah irigasi

Daerah irigasi dapat diberi nama sesuai dengan nama daerah setempat, atau desa penting di daerah itu, yang biasanya terletak di daerah bangunan utama atau sungai yang airnya diambil untuk jaringan irigasi, contohnya adalah Daerah Irigasi Jatiluhur. Apabila ada dua pengambilan atau lebih, maka daerah irigasi tersebut sebaiknya diberi nama sesuai dengan desa-desa terkenal di daerah-daerah layanan setempat.

b. Saluran irigasi

Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak di petak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya. Saluran dibagi menjadi ruas-ruas yang berkapasitas sama.

Bangunan pengelak atau bagi adalah bangunan terakhir di suatu ruas. Bangunan-bangunan yang ada di antara bangunan-bangunan bagi sadap (gorong-gorong, jembatan, talang bangunan terjun, dan sebagainya) diberi nama sesuai dengan nama ruas di mana bangunan tersebut terletak juga mulai dengan huruf B (bangunan) lalu diikuti dengan huruf kecil sedemikian sehingga bangunan yang terletak di ujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan-bangunan yang berada lebih jauh di hilir memakai huruf b, c, dan seterusnya.

c. Jaringan pembuang

Pada umumnya jaringan pembuang primer merupakan sungai-sungai alamiah, yang semuanya akan diberi nama. Apabila ada saluran-saluran pembuang primer baru yang akan dibuat, maka saluran-saluran diberi nama tersendiri. Jika saluran pembuang dibagi menjadi ruas-ruas, maka masing-masing akan diberi nama mulai dari ujung hilir.

Pembuang sekunder pada umumnya berupa sungai atau anak sungai yang lebih kecil. Beberapa diantaranya sudah memiliki nama tetap biasa dipakai, jika sungai akan ditunjukkan dengan sebuah huruf bersama-sama dan nomor seri, nama-nama ini akan diawali dengan huruf d (drainase). Pembuang tersier adalah pembuang kategori terkecil dan akan dibagi-bagi menjadi ruas-ruas dengan debit seragam, masing-masing diberi nomor. Masing-masing petak tersier akan mempunyai nomor seri sendiri-sendiri.

(sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)

C. Analisa hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Secara khusus hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan, dan di dalam tanah.

Analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan air. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit rencana pada suatu perancangan bangunan air. Data yang diperlukan dalam analisis hidrologi diantaranya data curah hujan dan data penggunaan luas lahan (catchment area).

1. Presipitasi (Curah Hujan)

Presipitasi adalah curahan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda, yaitu curah hujan di daerah tropis dan curah hujan salju di daerah beriklim sedang. Mengingat bahwa di daerah tropis presipitasi hanya ditemui dalam bentuk curah hujan, maka presipitasi dalam konteks daerah tropis adalah sama dengan curah hujan. Presipitasi adalah peristiwa klimatik yang bersifat alamiah yaitu perubahan bentuk dari uap air di atmosfer menjadi curah hujan sebagai akibat proses kondensasi (Asdak, 1995).¹⁰⁴

¹⁰⁴ Asdak, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Presipitasi mempunyai banyak karakteristik yang dapat mempengaruhi produk air suatu hasil perencanaan pengelolaan DAS. Besar kecilnya presipitasi, waktu berlangsungnya hujan dan ukuran serta intensitas hujan yang terjadi baik secara sendiri-sendiri atau merupakan kombinasi akan mempengaruhi kegiatan pembangunan (proyek).

Hujan juga dapat terjadi oleh pertemuan antara dua massa air, basah dan panas. Tiga tipe hujan yang umum dijumpai di daerah tropis dapat disebutkan sebagai berikut:

- a. Hujan konvektif (*convective storms*) tipe hujan ini disebabkan oleh adanya beda panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Sumber utama panas di daerah tropis adalah berasal dari matahari. Beda panas ini biasanya terjadi pada akhir musim kering yang menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sebagai hasil proses kondensasi massa air basah pada ketinggian di atas 15 Km.
- b. Hujan Frontal (*frontal/ cyclonic storms*), tipe hujan yang umumnya disebabkan oleh bergulungnya dua massa udara yang berbeda suhu dan kelembaban. Pada tipe hujan ini, massa udara lembab yang hangat dipaksa bergerak ke tempat yang lebih tinggi. Tergantung pada tipe hujan yang dihasilkannya, hujan frontal dapat dibedakan menjadi hujan frontal dingin dan hangat. Hujan badai dan hujan monsoon adalah tipe hujan frontal yang lazim dijumpai.
- c. Hujan Orografik (*Orographic storms*), jenis hujan yang umum terjadi di daerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Tipe hujan orografik dianggap sebagai pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai karena berlangsung di daerah hulu DAS (Seyhan, 1990).

Menurut Schmidt dan Ferguson dasar untuk membuat penggolongan iklim —adalah dengan cara menghitung dan menentukan quotient (Q rerata) jumlah bulan kering dan rerata bulan basah. Langkah pertama ditentukan terlebih dahulu tentang status bulan. Untuk ini mereka menggunakan kriteria yang dibuat oleh Mohr.

Bulan kering adalah suatu bulan yang jumlah hujannya kurang dari 60 mm. Ini berarti curah hujan lebih kecil daripada evaporasi. Atau jika dilihat status lensa tanahnya akan mengalami pengeringan. Adapun bulan basah adalah bulan yang curah hujannya lebih besar dari 100 mm. Kalau dilihat status tanahnya akan bertambah basah karena curah hujan lebih besar daripada evaporasi. Bulan dengan curah hujan antara 60 ± 100 mm, dianggap bulan lembab yaitu bulan yang curah hujannya seimbang dengan evaporasi. Langkah selanjutnya dari data curah hujan yang ada (untuk ini dipakai yang sedikit-dikitnya 10 th) masing-masing tahun dihitung berapa bulan basah dan berapa bulan kering.

Bulan lembab selanjutnya tidak dipakai untuk menghitung Q . Kemudian dari angka jumlah bulan basah atau bulan kering dibuat reratanya dan diperbandingkan. Atas dasar data Q , Schmidt dan Ferguson akhirnya dapat menentukan penggolongan tipe iklim yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Penentuan Tipe Curah Hujan di Indonesia
Menurut Schmidt-Fergusson

Nilai Q (%)	Hujan	Keterangan
$0 \leq Q < 14.3$	A	Sangat Basah
$14.3 \leq Q < 33.3$	B	Basah
$33.3 \leq Q < 60.0$	C	Agak Basah
$60 \leq Q < 100$	D	Sedang
$100 \leq Q < 167$	E	Agak Kering
$167 \leq Q < 300$	F	Kering
$300 \leq Q < 700$	G	Sangat Kering

Nilai Q (%)	Hujan	Keterangan
$700 \leq Q$	H	Luar Biasa Kering

Sumber: Lakitan 2002

Sistem klasifikasi Schmidt-Ferguson, cukup luas dipergunakan khususnya untuk tanaman keras/tanaman perkebunan dan tanaman kehutanan. Hal ini kiranya cukup beralasan karena dengan sistem ini orang kurang tahu yang sebenarnya kapan bulan kering atau kapan bulan basah terjadi (Lakitan, 2002).¹⁰⁵

2. Intersepsi

Intersepsi adalah proses ketika air hujan jatuh pada permukaan vegetasi di atas permukaan tanah, tertahan beberapa saat untuk kemudian diuapkan kembali ke atmosfer atau diserap oleh vegetasi yang bersangkutan. Proses intersepsi terjadi selama berlangsungnya curah hujan dan setelah hujan berhenti. Proses intersepsi terhadap curah hujan dari tutupan vegetasi adalah sebagai salah satu proses dalam siklus hidrologi dalam hutan. Air hujan yang jatuh menembus tajuk vegetasi dan menyentuh tanah akan menjadi bagian air tanah.

Hanya sedikit informasi yang tersedia mengenai intersepsi karena perbedaan vegetasi dan waktu di lokasi tertentu untuk melihat kebutuhan data tentang intersepsi, bahkan dengan tingkat penguapan yang berbeda-beda. Perpaduan intersepsi dan air tanah permukaan dalam suatu wilayah yang sama mungkin lebih masuk akal di daerah kering daripada di daerah lembab karena periode yang lebih lama secara umum di antara peristiwa hujan (Pboldilgram, dkk, 1988).

¹⁰⁵ Lakitan, B. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi. Cetakan Ke-2. Raja Grafindo Persada. Jakarta.*

3. Lama waktu hujan

Lama waktu hujan adalah lama waktu berlangsungnya hujan, dalam hal ini dapat mewakili total curah hujan atau periode hujan yang singkat dari curah hujan yang relatif seragam. — Lama hujan mempunyai pengaruh terhadap jumlah aliran yang terjadi. Hujan yang berlangsung lama akan mengakibatkan kapasitas infiltrasi tanah menurun, sehingga air hujan yang jatuh akan lebih banyak yang langsung menjadi aliran permukaan dan akhirnya akan dapat menyebabkan terjadinya laju pengairan atau banjir maksimum di daerah tersebut¹⁰⁶ (Asdak,1995 ; Seyhan,1990¹⁰⁶).

4. Intensitas hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi, dengan satuan mm/jam. Besarnya intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam perhitungan debit banjir rencana berdasar metode rasional durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit (Suroso, 2006).¹⁰⁷

Besarnya —intensitas hujan dapat diketahui dari hasil pencatatan penakaran hujan otomatis (fluviograf) berupa sebuah lengkung penjumlahan hujan (akumulasi hujan). Data intensitas hujan tersebut umumnya dalam bentuk tabular atau grafik. Cara lain untuk menentukan besarnya

¹⁰⁶ Seyhan, Ersin, 1990, *Dasar-dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

¹⁰⁷ Suroso. 2006. *Analisis Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas*. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 3

intensitas curah hujan adalah dengan menggunakan teknik interval waktu yang berbeda. Data intensitas hujan dapat dimanfaatkan untuk prakiraan besarnya erosi, debit puncak (banjir), perencanaan drainase, dan bangunan air lainnya, serta prakiraan dampak perubahan tataguna lahan dalam skala besar terhadap perubahan karakteristik hidrologi (Asdak, 1995).¹¹

$$I = \frac{a}{b+t} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

I : intensitas curah hujan (mm/jam);

t : lamanya curah hujan (jam);

a dan b : konstanta yang tergantung lamanya curah hujan yang terjadi di daerah aliran.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i \cdot t_i) \sum_{i=1}^n (I_i)^2 \sum_{i=1}^n (I_i^2 \cdot t_i) \sum_{i=1}^n (I_i)}{N \cdot \sum_{i=1}^n (I_i)^2 - \sum_{i=1}^n (I_i) \sum_{i=1}^n (I_i)} \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i \cdot t_i) \sum_{i=1}^n (I_i) - \sum_{i=1}^n (I_i^2 \cdot t_i)}{N \cdot \sum_{i=1}^n (I_i)^2 - \sum_{i=1}^n (I_i) \sum_{i=1}^n (I_i)} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

I_i : intensitas curah hujan t_i : lamanya curah hujan N : jumlah data

Seandainya data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe (Suroso, 2006) sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{24^{\left(\frac{2}{3}\right)}}{t} \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lama hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

5. Waktu konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi T_c (time of concentration) adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (outlet). Hal ini terjadi ketika tanah sepanjang kedua titik tersebut telah jenuh dan semua cekungan bumi lainnya telah terisi oleh air hujan. Waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan persamaan matematik yang dikembangkan oleh Kirpich (Asdak, 1995).

$$t_c = 0,0195 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots \dots \dots (5)$$

dengan:

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

L = panjang aliran permukaan (meter)

S = kemiringan rata-rata permukaan tanah (%)

6. Evapotranspirasi

Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi (penguapan). Peristiwa penguapan dari tanaman disebut transpirasi. Kedua-duanya disebut evapotranspirasi.¶

Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi dan evapotranspirasi adalah suhu air, suhu udara (atmosfir), kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Pada waktu pengukuran evaporasi, maka kondisi pada saat itu harus diperhatikan, mengingat faktor itu sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan.¶ (Sosrodarsono, 2003).¹⁰⁸

Persamaan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi adalah menggunakan persamaan keseimbangan air, adalah :

$$E = P + I \pm U - O \pm \Delta S \dots \dots \dots (6)$$

¹⁰⁸ Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta

Keterangan :

E = evapotranspirasi

P = curah hujan

I = aliran permukaan yang memasuki daerah pengaliran

U = aliran bawah tanah yang masuk ke atau keluar dari daerah pengaliran

O = aliran permukaan yang keluar dari daerah pengaliran

ΔS = perubahan penampungan di atas maupun di bawah permukaan tanah

Jika pengamatan dilakukan dalam kurun waktu yang cukup panjang maka ΔS yang tidak akumulatif itu akan kecil artinya sehingga dapat diabaikan. Besarnya U, disebabkan oleh kondisi geologi dapat menjadi kecil pengaruhnya terhadap persamaan penampungan. Pengabaian terhadap nilai U dapat dipakai sebagai pendekatan pertama untuk menentukan kehilangan akibat evapotranspirasi.

D. Sumur Resapan

Sumur resapan adalah sumur atau lubang di permukaan tanah berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam —tanah. Beberapa fungsi sumur resapan bagi kehidupan manusia adalah sebagai pengendali banjir, melindungi dan memperbaiki (konservasi) air tanah, serta menekan laju erosi. Sumur resapan merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir.

Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal di permukaan tanah lebih lama sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap ke dalam tanah. Fungsi sumur resapan dipengaruhi faktor iklim, kondisi air tanah, kondisi tanah, tata guna lahan, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Menurut Hardjoso (dalam Sunjoto, 1988),

air yang akan masuk ke dalam sumur resapan dapat diukur dengan rumusl :

$$Q=\pi \times Cg \times \frac{S^2-H^2}{\ln(\frac{r}{A})}.....(7)$$

Dengan :

Q = Debit rembesan (m³/det)

Cg = —Koefisien pengaliran air dalam tanah (m/det)

S = Tinggi sumur resapan (m)

H = Tinggi muka air terhadap dasar sumur (m)

r = Jari-jari sumur (m)

A = Jarak antar sumur (mL)

E. Laju Infiltrasi

Infiltrasi adalah perjalanan air masuk ke dalam tanah. Perkolasi merupakan proses kelanjutan perjalanan air tersebut ke tanah yang lebih dalam. Dengan kata lain, infiltrasi adalah perjalanan air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Setelah keadaan jenuh pada lapisan tanah bagian atas terlampaui, sebagian dari air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi bumi dan dikenal sebagai proses perkolasi.

Air infiltrasi yang tidak kembali lagi ke atmosfer melalui proses evapotranspirasi akan menjadi air tanah untuk seterusnya mengalir ke sungai di sekitarnya.

Meningkatkan kecepatan dan luas wilayah infiltrasi dapat memperbesar debit aliran selama musim kemarau yang adalah penting untuk memasok kebutuhan air pada saat kritis tersebut, untuk pengenceran kadar pencemaran air sungai dan berbagai keperluan lainnya.l (Sosrodarso, 2003).

Menurut Sosrodarsono (2003), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya infiltrasi atau air resapan adalah sebagai berikut :

1. Dalamnya genangan di atas permukaan tanah

Air genangan di lekukan permukaan tanah masuk ke dalam tanah, terutama disebabkan oleh gravitasi yang bekerja pada air itu.

2. Kelembaban tanah

Besarnya kelembaban tanah pada lapisan teratas sangat mempengaruhi laju infiltrasi. Bila kekurangan kelembaban tanah diisi oleh infiltrasi, maka selisih potensial kapiler akan menjadi kecil. Pada waktu yang bersamaan kapasitas infiltrasi pada permulaan curah hujan akan berkurang tiba-tiba, yang disebabkan oleh pengembangan bagian koloidal dalam tanah.

3. Pemampatan oleh curah hujan

Gaya pukulan butir-butir hujan mengurangi kapasitas infiltrasi, karena oleh pukulan-pukulan itu butir-butir halus di permukaan lapisan teratas akan terpecah dan masuk ke dalam ruang-ruang antara, sehingga terjadi efek pemampatan. Permukaan tanah yang terdiri dari lapisan bercampur lempung akan menjadi sangat impermeabel oleh pemampatan butir-butir hujan itu. Tetapi tanah pasir tanpa bahan-bahan yang lain tidak akan dipengaruhi oleh gaya hujan itu.

4. Penyumbatan oleh bahan-bahan yang halus

Kadang-kadang dalam keadaan kering banyak bahan halus yang diendapkan di atas permukaan tanah. Jika infiltrasi terjadi maka bahan halus akan masuk ke dalam tanah bersama air itu. Hal ini juga sebuah faktor yang menurunkan kapasitas air resapan selama curah hujan.

5. Pemampatan oleh orang dan hewan

Pada bagian lalu lintas orang atau kendaraan, permeabilitas tanah berkurang karena struktur butir-butir tanah dan ruang-ruang yang berbentuk pipa halus telah dirusakkannya, contohnya kebun rumput tempat memelihara banyak hewan, lapangan permainan dan jalan tanah.

6. Struktur tanah

Lubang dalam tanah yang digali oleh binatang-binatang yang kecil dan serangga, akar-akar tanaman yang mati, mengakibatkan permeabilitas yang tinggi.

7. Tumbuh-tumbuhan

Jika permukaan tanah tertutup oleh pohon-pohon dan rumput-rumputan maka infiltrasi dapat dipercepat. Tumbuh-tumbuhan bukan hanya melindungi permukaan tanah dari gaya pemampatan curah hujan, tetapi juga lapisan humus yang terjadi mempercepat pengaliran serangga dan lain-lain.

8. Lain-lain

Besarnya kapasitas infiltrasi ditentukan oleh faktor-faktor tersebut di atas secara bersama-sama. Beberapa faktor di antaranya mengakibatkan perbedaan kapasitas infiltrasi dari tempat ke tempat dan faktor-faktor yang lain mengakibatkan variasi infiltrasi menurun tempat dan waktu.¶

Disamping faktor-faktor tersebut di atas, maka pengurangan kelembaban tanah oleh transpirasi melalui tumbuh-tumbuhan, variasi kekentalan air dalam ruang-ruang tanah akibat suhu tanah, efek pembekuan (di daerah dingin) dan lain-lain, adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas air resapan atau infiltrasi.¶

F. Air Larian

Air larian (surface runoff) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah atau disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut keluar ke permukaan tanah lagi lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah Kedua fenomena aliran air permukaan

yang disebut terakhir tersebut disebut air larian. Bagian penting dari air larian yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan rancang bangun pengendali air larian adalah besarnya debit puncak (peak flow) dan waktu tercapainya debit puncak, volume dan penyebaran air larian. Sebelum air dapat mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan terlebih dahulu harus memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan berbagai bentuk cekungan tanah dan penampung air lainnya.¶

Air larian berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah pengisian air pada cekungan tersebut selesai, air kemudian dapat mengalir di atas permukaan tanah dengan bebas. Ada bagian air larian yang berlangsung agak cepat untuk selanjutnya membentuk aliran debit.¶

Bagian air larian lain, karena melewati cekungan-cekungan permukaan tanah sehingga memerlukan waktu beberapa hari atau bahkan beberapa minggu sebelum akhirnya menjadi aliran debit.¶ Dengan demikian, —kondisi aliran air permukaan yang berbeda akan menentukan bentuk dan besaran hidrograf aliran (bentuk hubungan grafis antara debit dan waktu) suatu daerah aliran sungai.¶

Debit tahunan, yaitu aliran air sungai sepanjang tahun tampaknya mendapat sumber air dari air tanah. Aliran air yang memberikan sumbangan paling cepat terhadap pembentukan debit adalah air hujan yang jatuh langsung di atas permukaan saluran air atau dikenal sebagai intersepsi saluran (channel interception). Intersepsi saluran ini yang pertama kali menyebabkan naiknya hidrograf aliran dan berhenti segera setelah hujan berakhir.¶

Air larian atau aliran air permukaan adalah aliran air di atas permukaan tanah yang terjadi karena laju curah hujan melampaui laju infiltrasi. Aliran air bawah permukaan (subsurface flow) adalah bagian dari curah hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah, kemudian mengalir dan bergabung

dengan aliran debit. Aliran air bawah permukaan merupakan penyumbang debit yang cukup besar di daerah berhutan (Asdak, 1995).

Metode untuk memprakirakan besarnya air aliran puncak (peak runoff, Qp) salah satunya adalah dengan metoda rasional (U.S. Soil Conservation Service, 1986). Metoda ini relatif mudah menggunakannya dan lebih diperuntukkan pemakainannya pada DAS dengan ukuran kecil (kurang dari 300 ha). Persamaan matematis metoda rasional untuk memprakirakan besarnya air limpasan adalah sebagai berikut:

Untuk daerah dengan luas ≤ 80 Ha

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot i \cdot A \dots \dots \dots (8)$$

Dengan:

Q : debit limpasan (L/detik) dan harus diubah menjadi (m³/detik)

C : koefisien pengaliran

i : rata-rata intensitas hujan yang besarnya tergantung waktu konsentrasi (mm/jam)

A : luas wilayah (Ha)

Untuk daerah dengan luas > 80 Ha

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot C_s \cdot i \cdot A \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

Cs = koefisien penampungan

G. Koefisien air larian

Koefisien air larian atau sering disingkat C adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Misalnya C untuk hutan 0,10, artinya 10 persen dari total curah hujan akan menjadi air larian. Secara matematis, koefisien air larian dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$C = \frac{\text{air larian (mm)}}{\text{curah hujan (mm)}} \dots \dots \dots (10)$$

Angka koefisien air larian ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). —Nilai koefisien air limpasan merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). Nilai C yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi air limpasan sehingga ancaman terjadinya erosi dan banjir menjadi lebih besar. Angka C berkisar antara 0 sampai 1 (Asdak, 1995).

Koefisien aliran dapat dibagi menjadi dua jenis (Sosrodarsono dan Takeda, 2003), yaitu koefisien volumetrik dan koefisien aliran puncak.

Koefisien aliran volumetrik diperoleh dengan membagi jumlah aliran langsung dengan jumlah hujan penyebabnya. Rumus koefisien aliran volumetrik, yaitu:

$$C_v = \frac{p}{q} \dots\dots\dots (11)$$

dengan:

- Cv : koefisien aliran volumetrik
- q : aliran langsung (mm)
- p : jumlah hujan penyebabnya (mm)

Koefisien aliran puncak merupakan perbandingan antara besarnya puncak aliran (Qp) dengan intensitas hujan selama waktu tiba dari banjir (I) dan luas daerah pengaliran (A). Rumus koefisien aliran puncak, yaitu:

$$C_p = \frac{Q_p}{AI} \dots\dots\dots (12)$$

dengan:

- Cp : koefisien aliran puncak Qp : puncak aliran (m3/det)
- I : intensitas hujan rata-rata (mm/jam) A : luas daerah pengaliran (m²)

Pada DAS kecil (tidak melebihi 26 Km²) maka harga-harga koefisien aliran dapat menggunakan harga-harga koefisien limpasan pada humus rasional, seperti yang dikemukakan oleh Chow dan Gray dalam (Seyhan, 1990). Harga koefisien aliran dapat dilihat pada Tabel 5.2:

Tabel 5.2 Koefisien

Tipe Kawasan	Koefisien
Halaman rumput :	
Tanah berpasir, datar (2%)	0,05 – 0,10
Tanah berpasir, rata-rata (2-7%)	0,10 – 0,15
Tanah berpasir, curam (7%)	0,15 – 0,20
Tanah berat, datar (2%)	0,13 – 0,17
Tanah berat, rata-rata (2-7%)	0,18 – 0,22
Tanah berat, curam (2%)	0,25 – 0,35
Bisnis	
Kawasan kota	0,70 – 0,95
Kawasan pinggiran	0,50 – 0,70
Kawasan pemukiman	
Kawasan keluarga-tunggal	0,30 – 0 50
Multi satuan, terpisah	0,40 – 0,60
Multi satuan, berdempetan	0,60 – 0,75
Pinggiran kota	0,25 – 0,40
Kawasan tempat tinggal berupa rumah susun	0,50 – 0,70
Perindustrian	
Kawasan yang ringan	0,50 – 0,80
Kawasan yang berat	0,60 – 0,90
Taman-taman dan kuburan	0,10 – 0,25
Lapangan bermain	0,20 – 0,35
Kawasan halaman rel kereta api	0,20 – 0,40
Kawasan yang belum diperbaiki	0,10 – 0,30
Jalan-jalan :	
Beraspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu bata	0,70 – 0,85
Jalan raya dan trotoar	0,75 – 0,85
Atap	0,75 – 0,95
Lahan datar, kemiringan rata-rata 1 hingga 3 kaki per mil	0,30

Tipe Kawasan	Koefisien
Lahan berombak, kemiringan rata-rata 15 hingga 20 kaki per mil	0,20
Lahan berbukit, kemiringan rata-rata 150 hingga 250 kaki per mil	0,10
Tanah	0,10
Liat kedap air rapat	0,20
Kombinasi medium dari liat dan lempung	
Lempung berpasir yang terbuka	0,40
Penutup tanaman	0,10
Lahan-lahan yang diusahakan	0,20
Lahan kayu	

Demikianlah pengetahuan tentang hidrologi.

H. Tanya Jawab Permasalahan Irigasi

1. Apa Sawah Irigasi ?

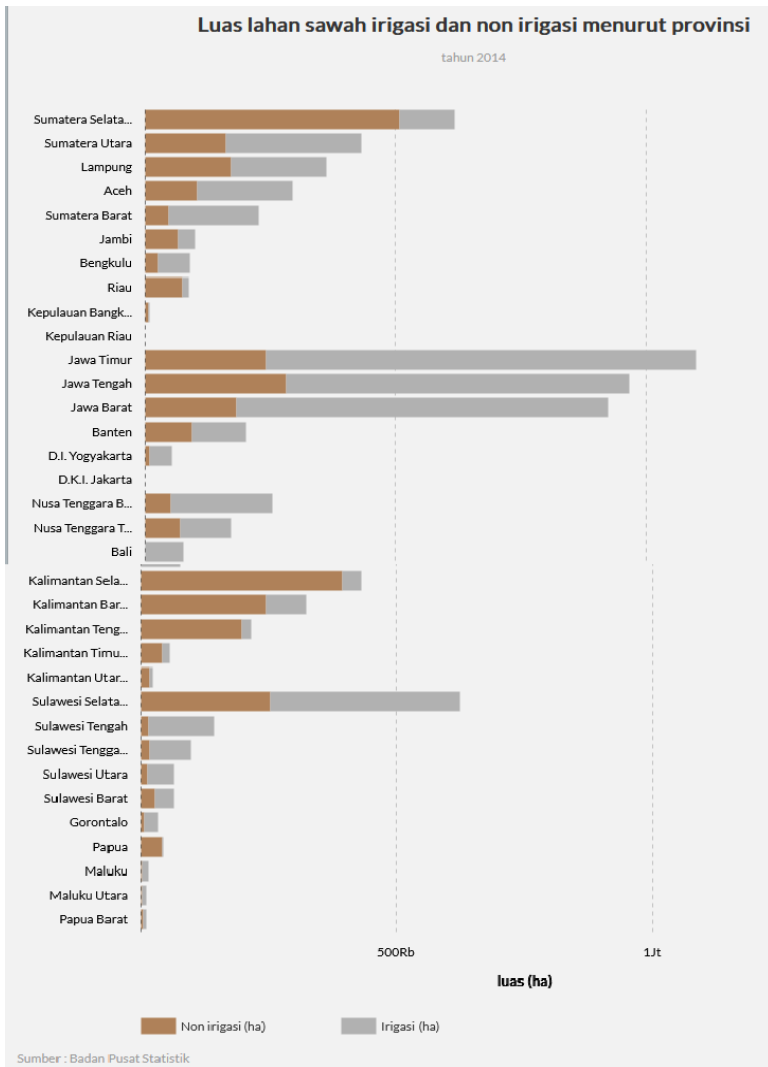
Sawah irigasi adalah sawah yang menggunakan sistem irigasi teratur (teknis). Pengairan sawah irigasi berasal dari sebuah bendungan atau waduk. Pengairan sawah dilakukan oleh kelompok tani yang dikenal dengan nama darmotirto di Jawa dan subak di Bali. Pada sawah irigasi petani dapat panen 2-3 kali tanaman padi.

2. Apa Sawah non Irigasi?

Sawah non irigasi yaitu lahan sawah yang tidak memperoleh pengairan dari sistem irigasi tetapi tergantung pada air alam seperti: air hujan, pasang surutnya air sungai/laut, dan air rembesan.

3. Apa perbedaan irigasi di Jawa dan di luar Jawa?

Hasil dari Laporan Statistik Pertanian (SP) Tanaman Pangan, Badan Pusat Statistik menunjukkan luas lahan sawah irigasi dan non irigasi 2014 terbesar ada di Jawa dan didominasi dengan sawah irigasi. Sementara Kalimantan didominasi oleh lahan sawah non irigasi.



Grafik 5.1 Luas Lahan Sawah Irigasi dan Non Irigasi

Deskripsi:

Sawah Irigasi merupakan pertanian dengan pengairan teratur, tidak bergantung curah hujan. Sedangkan non-irigasi, sebaliknya, bergantung pada air alam seperti, air hujan, pasang surutnya air sungai/laut, dan air rembesan.

Sumber: Badan Pusat Statistik 2014

4. Apa perbedaan sawah irigasi dan sawah lebak?

Sawah yang airnya berasal dari air irigasi disebut sawah irigasi, sedang yang sumber airnya dari air hujan disebut sawah tadah hujan. Di daerah pasang surut ditemukan sawah pasang surut, sedangkan yang dikembangkan di daerah rawa-rawa disebut sawah rawa atau sawah lebak.

5. Apa perbedaan lahan sawah dan bukan sawah?

Lahan sawah biasanya ditanami padi sedangkan lahan bukan sawah biasanya ditanami tanaman seperti jagung, ubi, atau stroberi. Contoh lahan sawah adalah sawah tadah hujan, sawah pasang surut, dan sawah irigasi sedangkan contoh lahan bukan sawah adalah kebun jagung dan ladang.

BAB 6

PERMASALAHAN KONVERSI LAHAN

Konversi lahan dalam istilah umum adalah merupakan suatu proses perubahan penggunaan lahan dari bentuk penggunaan tertentu menjadi penggunaan lain misalnya ke penggunaan lahan pertanian sawah diubah ke non pertanian semisal untuk perumahan, jalan tol atau penggunaan lainnya.



Gambar 6.1 Lahan sawah di ubah jadi perumahan

A. Pengertian Lahan / Tanah

Tanah dalam kehidupan manusia mempunyai arti yang sangat penting, oleh karena sebagian besar dari kehidupan manusia adalah bergantung pada tanah. Tanah mempunyai berbagai macam arti dalam kehidupan kita sehari-hari, oleh

karena itu dalam penggunaannya maka perlu adanya batasan untuk mengetahui dalam arti apa istilah tanah itu digunakan. Tanah adalah tempat bermukim dari sebagian besar umat manusia disamping sebagai sumber penghidupan bagi mereka yang mencari nafkah melalui usaha pertanian dan atau perkebunan sehingga pada akhirnya tanah pulalah yang menjadi tempat peristirahatan terakhir bagi manusia.¹⁰⁹ Pengertian tanah membawa implikasi yang luas di bidang pertanahan. Menurut Herman Soesangobeng, secara filosofis hukum adat melihat tanah sebagai benda berjiwa yang tidak boleh dipisahkan persekutuannya dengan manusia. Meskipun berbeda wujud dan jatidiri, namun merupakan suatu kesatuan yang saling mempengaruhi dalam jalinan susunan keabadian tata alam besar (macro-cosmos) dan alam kecil (micro-cosmos). Dalam pada itu, tanah dipahami secara luas sehingga meliputi semua unsur bumi, air, udara, kekayaan alam, serta manusia sebagai pusat, maupun roh-roh di alam supernatural yang terjalin secara utuh menyeluruh.¹¹⁰ Di dalam buku Pengantar Ilmu Pertanian mengartikan tanah sebagai berikut—Tanah yaitu transformasi mineral dan bahan organik dipermukaan bumi sampai kedalaman tertentu, dipengaruhi bahan induk, iklim, organisme hidup (makro maupun mikro), topografi dan waktu.¹¹¹ Dari uraian diatas dapat diartikan bahwa tanah merupakan hal yang penting bagi kehidupan karena mengandung banyak unsur yang baik untuk menunjang kehidupan dimasa sekarang dan masa yang akan datang.

¹⁰⁹ Muhammad Ilham Arisaputra, 2015, *Reforma Agraria Indonesia*, Sinar Grafika, Jakarta, hlm. 55

¹¹⁰ Herman Soesangobeng, 2002, *Sinkronisasi Peraturan Perundang-Undangan Mengenai Pengelolaan Sumberdaya Alam*, Makalah Disajikan Seminar Nasional Pertanahan 2002 yang diselenggarakan Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional di Hotel Ambarrukmo, Yogyakarta, hlm. 12

¹¹¹ Tati Nurmala (dkk), 2012, *Pengantar Ilmu Pertanian*, Graha Ilmu, Yogyakarta, hlm.20

1. Tanah Pertanian

Tanah pertanian merupakan tanah yang digunakan untuk usaha pertanian yang selain sebagai persawahan dan tegalan juga semua tanah perkebunan, tambak untuk perikanan tanah tempat penggembalaan ternak, tanah belukar bekas ladang dan hutan yang menjadi tempat mata pencaharian bagi yang berhak.¹¹² Lahan mempunyai arti penting bagi para stakeholder yang memanfaatkannya. Fungsi lahan bagi masyarakat sebagai tempat tinggal dan sumber mata pencaharian. Bagi petani, lahan merupakan sumber memproduksi makanan dan keberlangsungan hidup. Bagi pihak swasta, lahan adalah aset untuk mengakumulasi modal. Bagi pemerintah, lahan merupakan kedaulatan suatu negara dan untuk kesejahteraan rakyatnya. Adanya banyak kepentingan yang saling terkait dalam penggunaan lahan, hal ini mengakibatkan terjadinya tumpang tindih kepentingan antar aktor yaitu petani, pihak swasta, dan pemerintah dalam memanfaatkan lahan.

Lahan pertanian merupakan lahan yang diperuntukan untuk kegiatan pertanian. Sumberdaya lahan pertanian memiliki banyak manfaat bagi manusia. Menurut Sumaryanto dan Tahlim (2005)¹¹³ menyebutkan bahwa manfaat lahan pertanian dapat dibagi menjadi dua kategori. Pertama, *use values* atau nilai penggunaan dapat pula disebut sebagai *personal use values*. Manfaat ini dihasilkan dari hasil eksploitasi atau kegiatan usahatani yang dilakukan pada sumber daya lahan pertanian. Kedua, *non use values* dapat pula disebut sebagai *intrinsic values* atau manfaat

¹¹² Boedi Harsono, 2003, *hukum agraria indonesia, sejarah pembentukan undang- undang pokok agraria, isi dan pelaksanaannya*, Djambatan, Jakarta, hlm 269

¹¹³ Sumaryo, S Tahlim. 2005. *Pemahaman Dampak Negatif Konversi Lahan Sawah Sebagai Landasan Perumusan Strategi Pengendaliannya*. Prosiding Seminar Penanganan Konversi Lahan dan Pencapaian Pertanian Abadi. LPPM IPB: Bogor.

bawaan. Berbagai manfaat yang tercipta dengan sendirinya walaupun bukan merupakan tujuan dari kegiatan eksploitasi dari pemilik lahan pertanian termasuk dalam kategori ini. Salah satu lahan pertanian yang banyak terdapat di Indonesia khususnya Pulau Jawa adalah lahan sawah. Lahan sawah adalah suatu tipe penggunaan lahan yang untuk pengelolaannya memerlukan genangan air. Oleh karena itu, lahan sawah selalu memiliki permukaan datar atau yang didatarkan dan dibatasi oleh pematang untuk menahan air genangan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat 2003).

2. Tanah Non Pertanian

Yang dimaksud dengan tanah non pertanian adalah tanah yang dipergunakan untuk usaha/kegiatan selain usaha pertanian. Penggunaan tanah non pertanian adalah sebagai berikut :

- a. Tanah perumahan (penggunaan tanah untuk tempat tinggal/rumah, lapangan, tempat rekreasi, pemakaman, dan lain-lain)
- b. Tanah perusahaan (penggunaan tanah untuk pasar, pertokoan, gudang, bank, bioskop, hotel, stasiun, dan lain- lain)
- c. Tanah industri (penggunaan tanah untuk pabrik, percetakan, dan lainlain)
- d. Tanah untuk jasa (penggunaan tanah untuk kantor-kantor pemerintah, tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, dan sarana umum)¹¹⁴

B. Pengertian Alih Fungsi Lahan Pertanian

Alih Fungsi Lahan Pertanian merujuk pada perubahan penggunaan lahan yang semula digunakan untuk kegiatan pertanian menjadi digunakan untuk kegiatan non-pertanian.

¹¹⁴ Eka fitrianingsih, 2017, *Tinjauan Terhadap Alih Fungsi Tanah Pertanian ke non Pertanian (permukiman) di kecamatan tomoni kabupaten luwu timur, skripsi, fakultas hukum, universitas hasanudin Makassar, hlm 11*

Lahan merupakan sumber daya alam yang memiliki fungsi yang sangat luas dalam memenuhi berbagai kebutuhan manusia dari segi ekonomi. Lahan dianggap sebagai input tetap yang penting dalam berbagai kegiatan produksi komoditas pertanian maupun non-pertanian. Jumlah lahan yang dialihfungsikan untuk setiap kegiatan produksi tersebut biasanya dipengaruhi oleh permintaan dan kebutuhan akan komoditas yang dihasilkan. Permintaan akan lahan untuk kegiatan produksi umumnya akan berkembang seiring dengan pertumbuhan permintaan atas berbagai jenis komoditas. Komoditas pangan cenderung memiliki elastisitas pendapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan komoditas non-pertanian. Sebagai akibatnya, pertumbuhan ekonomi yang menyebabkan peningkatan pendapatan mungkin akan mengakibatkan peningkatan permintaan lahan untuk kegiatan non-pertanian dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada peningkatan permintaan lahan untuk kegiatan pertanian.¹¹⁵

Alih Fungsi Lahan merupakan suatu proses di mana lahan yang semula digunakan untuk tujuan tertentu berubah menjadi digunakan untuk tujuan lain, misalnya dari pertanian menjadi non-pertanian. Biasanya, dalam proses alih fungsi ini, terdapat dampak negatif bagi ekosistem lingkungan alam, terutama bagi sawah itu sendiri.¹¹⁶

Alih fungsi lahan, yang sering disebut sebagai konversi lahan, adalah perubahan fungsi sebagian atau seluruh kawasan lahan dari fungsi semula, yang direncanakan, menjadi fungsi lain yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan potensi lahan itu sendiri. Dampak dari alih fungsi lahan juga

¹¹⁵ Syarif Imama Hidyat, 2008. "Analisis Konversi Lahan Sawah Di Propinsi Jawa Timur" jurnal: fakultas pertanian UPN "veteran" Jawa Timur

¹¹⁶ I Made Mahadi Dwipradnyana, 2014. Faktor-faktor yang mempengaruhi Konversi lahan Pertanian Serta Dampak Terhadap Kesejahteraan Petani (study kasus di subak jadi, kecamatan kediri, tabanan). Skripsi: program pascasarjana universitas udayana Denpasar.

memengaruhi struktur sosial masyarakat, khususnya dalam hal struktur mata pencaharian.¹¹⁷

Menurut Malthus dalam karyanya yang berjudul "Principles of Population", ia menyatakan bahwa pertumbuhan populasi manusia berkembang lebih cepat dibandingkan dengan produksi hasil-hasil pertanian yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Malthus adalah salah satu individu yang pesimis terhadap masa depan manusia, karena dia menyadari bahwa lahan pertanian, sebagai salah satu faktor produksi utama, memiliki keterbatasan jumlahnya. Meskipun penggunaannya untuk produksi pertanian bisa ditingkatkan, peningkatannya tidak akan signifikan. Di sisi lain, lahan pertanian justru semakin berkurang karena digunakan untuk pembangunan perumahan, pabrik, dan infrastruktur lainnya.¹¹⁸

Malthus memprediksi bahwa pertumbuhan populasi yang melebihi pertumbuhan hasil produksi pertanian akan menyebabkan bencana bagi kehidupan manusia. Bencana ini disebabkan oleh tekanan dari populasi yang meningkat, sementara lahan pertanian semakin tergerus oleh pembangunan infrastruktur. Akibatnya, akan muncul ancaman kelaparan bagi manusia.

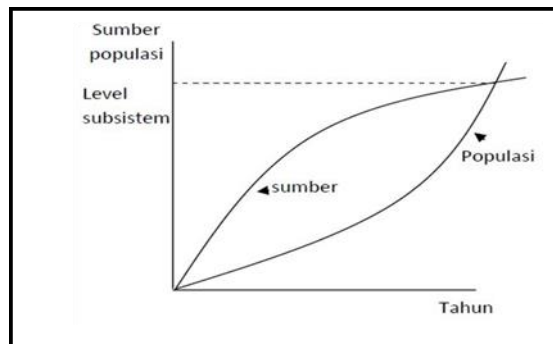
Malthus menyarankan solusi agar manusia dapat menghindari bencana kelaparan ini dengan mengontrol pertumbuhan populasi, contohnya melalui program keluarga berencana yang diimplementasikan oleh pemerintah. Dengan mengendalikan pertumbuhan populasi, diharapkan dapat mengurangi risiko kelaparan. Selain itu, kebijakan lain yang bisa diterapkan adalah menunda usia pernikahan untuk mengurangi jumlah anak.

¹¹⁷ Dwi prasetya, 2015 *"Dampak Alih fungsi lahan dari Sawah ke Tambak Terhadap Mata Pencaharian Masyarakat Desa (studi Kasus di Desa Cebolek Kidul Kecamatan Margoyoso Kab, pati"* skripsi: Universitas Negari Semarang, semarang

¹¹⁸ 4Zaenil Mustopa.2011. *"Analisis Faktor-Faktor yang mempengaruhi Alih Fungsi Lahan Pertanian di Kabupaten Demak"* skripsi: Universitas Diponegoro semarang, hal 38

Malthus juga mencatat bahwa populasi cenderung bertambah secara eksponensial setiap 30-40 tahun. Namun, pertumbuhan hasil produksi pertanian cenderung menurun karena *diminishing return*, yang mengakibatkan pertumbuhan persediaan pangan hanya meningkat secara linier. Hal ini disebabkan oleh semakin sempitnya lahan pertanian bagi setiap anggota masyarakat, yang menyebabkan kontribusi mereka terhadap produksi pangan semakin menurun.

Itu dapat dijelaskan bahwa pada awalnya peningkatan jumlah penduduk yang semakin tinggi, dapat diimbangi oleh peningkatan pertumbuhan pendapatan masyarakat. Tapi karena adanya hukum yang semakin berkurang sementara jumlah populasi terus berkembang, maka peningkatan jumlah penduduk lebih tinggi dari pada tingkat pertumbuhan pendapatan, ini yang menjadi dasar pesimisme Malthus akan kehidupan manusia di masa mendatang.



Grafik 6.1 Grafik Malthus

Dalam teorinya Malthus—*Essay on population* berisi dua hukum alam dasar yang dianggapnya sebagai—kebenaran yang tidak terbantahkan: pertama populasi cenderung bertambah menurut deret ukur (secara geometri (1,2,4,8,) ke dua, produksi makanan (sumber daya alam cenderung bertambah menurut deret hitung (secara aritmatika (1,2,3,4,5,) akibatnya adalah terjadi krisis penderitaan dan kejahatan yang tak terelakan

dimana suber daya alam bumi tidak bisa memenuhi kebutuhan penduduknya yang terus bertambah. (Tesis Malthus)¹¹⁹

Secara umum, alih fungsi lahan biasanya dimulai dengan penjualan lahan. Hasil penjualan tersebut mungkin akan meningkatkan kesejahteraan petani, tetapi karena kebanyakan uang tersebut digunakan untuk investasi nonproduktif seperti membangun atau merehabilitasi rumah dan membeli kendaraan, lahan pertanian sebagai sumber utama mata pencaharian akan semakin terbatas, yang pada akhirnya akan mengurangi skala usahanya secara bertahap. Peralihan lahan sawah juga dapat menyebabkan penurunan kesejahteraan petani, yang dapat dilihat dari penurunan luas lahan yang dimiliki dan diolah, yang pada akhirnya akan berdampak pada penurunan pendapatan.

Perubahan penggunaan lahan akan menyebabkan kenaikan sewa tanah yang lebih tinggi, sehingga permintaan lahan secara ekonomi akan ditentukan oleh kelebihan tersebut. Saat lahan mengalami perubahan fungsi, secara keseluruhan output wilayah seharusnya meningkat, yang akan menyebabkan peningkatan produktivitas lahan. Banyaknya lahan yang tidak digunakan di sekitar lahan yang mengalami perubahan fungsi ini mungkin karena motivasi spekulasi atas lahan.

Selain itu, dengan nilai sewa tanah yang rendah dalam kegiatan pertanian, secara logis, pertumbuhan ekonomi akan mendorong alokasi lahan ke sektor ekonomi lain dan menyebabkan konversi lahan pertanian.

Disamping itu, dengan rendahnya nilai sewa tanah dalam kegiatan pertanian, secara logis, pertumbuhan ekonomi akan mendorong pengalokasian lahan ke sektor ekonomi lain dan menyebabkan konversi lahan pertanian. Konversi tersebut umumnya terjadi pada lahan pertanian yang memiliki produktivitas tinggi, seperti lahan sawah yang teririgasi. Meskipun demikian, kecenderungan tersebut tidak

¹¹⁹ Apridar S.E., M.Si., 2012 *"teori ekonomi sejarah dan perkembangannya"* Geraha Ilmu: Yogyakarta, hal 43

menguntungkan bagi pekerjaan di pedesaan dan sulit dihindari. Ada dua faktor utama yang dapat menjadi penyebabnya:

1. Ketersediaan infrastruktur ekonomi menjadi faktor dominan yang memengaruhi preferensi investor dalam memilih lokasi lahan untuk kegiatan di luar pertanian. Infrastruktur ini biasanya lebih tersedia di daerah pertanian yang sudah berkembang karena pembangunan masa lalu. Akibatnya, permintaan lahan oleh investor cenderung lebih tinggi di daerah pertanian yang sudah berkembang, terutama yang berdekatan dengan konsumen seperti di pinggiran kota.
2. Perlindungan pemerintah terhadap lahan pertanian produktif relatif lemah. Hal ini bisa terjadi karena penilaian pasar terhadap lahan pertanian cenderung meremehkan, menganggap bahwa lahan pertanian hanya menghasilkan komoditas pertanian dengan nilai rendah. Persepsi ini melekat pada hampir semua lapisan masyarakat, termasuk para ekonom, dan menghasilkan pertumbuhan ekonomi yang hanya diukur dari nilai produksi pertanian secara fisik dalam *Gross Domestic Product* (GDP). Padahal, lahan pertanian memiliki banyak fungsi lingkungan dan sosial. Persepsi semacam itu juga mendorong konversi lahan pertanian dengan dukungan birokrasi daerah yang alasan utamanya adalah untuk mendorong pertumbuhan ekonomi daerah.

C. Pendapat Ahli Tentang Alih Fungsi Lahan Pertanian

Para ahli telah memberikan pandangan mengenai alih fungsi lahan pertanian. Model klasik oleh Ricardo menyatakan bahwa alokasi lahan bergantung pada kualitas lahan yang menghasilkan surplus ekonomi, atau sewa tanah, yang bervariasi tergantung pada kesuburan lahan. Von Thunen mengembangkan pendekatan di mana nilai sewa lahan tidak hanya ditentukan oleh kesuburan, tetapi juga lokasi. Ia menggambarkan pusat perekonomian sebagai kota yang dikelilingi oleh cincin-cincin lahan homogen, di mana nilai sewa meningkat secara linear menuju pusat kota. Model Barlow

menunjukkan bahwa alokasi sumber daya lahan dipengaruhi oleh kegiatan ekonomi komersial dan strategis yang memiliki nilai sewa tinggi, sedangkan sektor dengan nilai komersial rendah memiliki nilai sewa yang lebih rendah. Lahan sawah yang dekat dengan pusat ekonomi cenderung dialihfungsikan ke penggunaan non-pertanian seperti pemukiman, industri, dan infrastruktur.

Dari pandangan para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin dekat lahan sawah dengan pusat kota, semakin tinggi kemungkinan akan mengalami alih fungsi, karena nilai sewa tanah yang tinggi akan mendorong petani untuk mempertimbangkan alih fungsi demi peningkatan pendapatan. Selain itu, jika terbukti bahwa alih fungsi lahan meningkatkan kesejahteraan pemiliknya, pemilik lahan lain kemungkinan akan mengikuti dan menyebabkan spekulasi alih fungsi lahan secara massal.

D. Dasar Hukum Alih Fungsi Lahan

1. Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia 1945

Mengatur konsep pengalihfungsian lahan hanya tercermin pada gagasan tentang kekuasaan dan hak asasi manusia serta konsep ekonomi. Kedaulatan ada ditangan rakyat yang tercermin dalam konsep hak asasi manusia atas lingkungan hidup yang sehat sebagai mana dimaksud dalam Pasal 28H ayat (1) UUD 1945 yaitu :

“Setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan Lingkungan Hidup yang baik dan sehat serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan”.

Selain tercermin pada gagasan tentang kekuasaan dan hak asasi manusia atas lingkungan hidup, pengalihfungsian lahan juga tercermin pada konsep demokrasi yang retkait dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dan wawasan lingkungan, yang tegas diatur dalam Pasal 33 ayat (4) UUD 1945. Pasal 33 ayat (3) berbunyi: “Bumi air dan kekayaan alam yang terkandung didalam dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat”

dan ayat (4) berbunyi: *"Perekonomian nasional diselenggarakan berdasarkan demokrasi ekonomi dengan prinsip kebersamaan, efisiensi-berkeadilan, berkelanjutan berwawasan lingkungan, kemandirian, serta dengan menjaga keseimbangan kemajuan dan kesatuan ekonomi nasional"*¹²⁰

Dari uraian pasal tersebut berarti pemerintah berkuasa dalam mengatur semua yang ada di Indonesia dalam hal ini mengatur kekayaan alam untuk kemakmuran rakyat, begitu pula mengenai alih fungsi lahan.

2. Aturan dalam UU No. 24/1992 yang secara jelas berisi tentang penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) seharusnya dilaksanakan secara baik oleh berbagai pihak yakni mempertimbangkan budidaya tanaman pangan (sawah irigasi teknis) agar tetap lestari dengan demikian pembangunan ekonomi juga sudah seharusnya tetap mengikuti/mentaati Undang-undang RTRW untuk menjaga ketahanan pangan.

Adapun peraturan lain yang dikeluarkan pemerintah adalah:

1. Undang-undang No 41 tahun 2009 tentang perlindungan lahan pertanian berkelanjutan, sebagai sumber pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan, efisiensi berkeadilan, berkelanjutan, berwawasan lingkungan, dan kemandirian, serta dengan menjaga keseimbangan, kemajuan, dan kesatuan ekonomi nasional. Selain itu negara menjamin hak atas pangan sebagai hak asasi setiap warga negara sehingga negara berkewajiban menjamin kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan, serta mengantisipasi pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan ekonomi yang mengakibatkan terjadinya degradasi, alih fungsi, dan fragmentasi lahan pertanian pangan yang telah mengancam daya dukung wilayah secara nasional dalam menjaga kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan. Penetapan kawasan pertanian pangan berkelanjutan Kabupaten/Kota diatur dalam peraturan

¹²⁰ Pasal 33 Undang-Undang Dasar 1945 Negara Republik Indonesia

Daerah mengenai rencana tata ruang wilayah Kabupaten/Kota PP No 12 Tahun 2012 tentang Insentif Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, peraturan pemerintah ini adalah untuk memberikan dukungan kepada petani yang tidak mengalih fungsikan lahannya dengan memberikan insentif berupa peningkatan infrastruktur, bantuan keringanan pajak, serta penyediaan sarana produksi pertanian dan penghargaan bagi petani berprestasi tinggi

2. PP No. 1 Tahun 2012 tentang Penetapan dan Alih Fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan adalah bidang lahan pertanian yang ditetapkan untuk dilindungi dan dikembangkan secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan dan kedaulatan pangan nasional, hal ini dimaksudkan untuk melindungi lahan potensial agar pemanfaatannya, kesesuaian dan ketersediaannya tetap terkendali untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian pangan berkelanjutan pada masa yang akan datang.
3. UU No. 26 Tahun 2007 Tentang Penata Ruangan bahwa ruang Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang merupakan negara kepulauan berciri Nusantara, baik sebagai kesatuan wadah yang meliputi ruang darat, ruang laut, dan ruang udara termasuk ruang di dalam bumi, maupun sebagai sumber daya, perlu ditingkatkan upaya pengelolannya secara bijaksana, berdaya guna dan berhasil guna dengan berpedoman pada kaidah penataan ruang sehingga kualitas ruang wilayah nasional dapat terjaga keberlanjutannya demi terwujudnya kesejahteraan umum dan keadilan sosial sesuai dengan landasan Konstitusioan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1995
4. PP No 25 Tahun 2012 Tentang Sistem Informasi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan sistem informasi lahan pertanian pangan berkelanjutan adalah kesatuan komponen yang terdiri atas kegiatan yang meliputi penyediaan data, penyeragaman, penyimpanan dan pengamanan, pengolahn,

pembuatan produk informasi, penyampaian produk informasi dan penggunaan informasi yang terkait satu sama lain dan penyelenggaraan mekanismenya pada perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan.

5. PP No 30 Tahun 2012 Tentang Pembiayaan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan adalah merupakan sistem dan proses dalam merencanakan dan menetapkan, mengembangkan, memanfaatkan, membina, mengendalikan, dan mengawasi lahan pertanian pangan dan kawasan secara berkelanjutan, pembiayaan perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan adalah suatu pendanaan dalam rangka melindungi lahan pertanian pangan berkelanjutan.

Dalam UU dan PP yang ada diatas dapat dilihat bahwasannya pemerintah memberi perhatian besar terhadap lahan sawah, dimana selain UU dan PP yang menjabarkan tentang pentingnya lahan sawah bagi ketahanan pangan nasional pemerintah juga memberi perhatian serius kepada petani pemilik lahan, guna meminimalisir alih fungsi lahan pertanian. Tapi kurang tegasnya dalam penerapan dilapangan, membuat UU dan PP yang ada tidak memberikan dampak yang besar, petani masih tetap mengalih fungsikan lahannya dan lahan sawah akan terus terancam.

Alih fungsi lahan mulai banyak terjadi baik guna pembangunan rumah, ruko dan kolam. Selain itu Pembangunan fasilitas umum pun menyasar lahan sawah produktif yang sudah memiliki sistem irigasi yang baik. Hal ini membuktikan bahwasannya Undang-undang dan peraturan pemerintah yang ada masih kurang efektif dalam menangani masalah ini.

E. Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian ke Non Pertanian

Terkonsentrasinya pembangunan perumahan dan industri di Pulau Jawa menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan. Di satu sisi alih fungsi lahan ini menambah terbukanya lapangan kerja di sektor non-pertanian seperti jasa konstruksi, dan industri, akan tetapi juga menimbulkan dampak negatif

yang kurang menguntungkan. Menurut Widjanarko et al (2006) dampak negatif akibat alih fungsi lahan, antara lain:

1. Berkurangnya luas sawah yang mengakibatkan turunnya produksi padi, yang mengganggu tercapainya swasembada pangan.
2. Berkurangnya luas sawah yang mengakibatkan bergesernya lapangan kerja dari sektor pertanian ke non-pertanian, yang apabila tenaga kerja lokal yang ada tidak terserap seluruhnya justru akan meninggikan angka pengangguran. Dampak sosial ini akan berkembang dengan meningkatnya kecemburuan sosial masyarakat setempat terhadap pendatang yang pada gilirannya berpotensi meningkatkan konflik sosial.
3. Investasi pemerintah dalam pengadaan prasarana dan sarana pengairan menjadi tidak optimal pemanfaatannya.
4. Kegagalan investor dalam melaksanakan pembangunan perumahan maupun industri sebagai dampak krisis ekonomi atau karena kesalahan perhitungan mengakibatkan tidak termanfaatkannya tanah yang telah diperoleh sehingga meningkatkan luas lahan tidur yang pada gilirannya akan menimbulkan konflik sosial seperti penjarahan tanah.
5. Berkurangnya ekosistem sawah terutama di jalur pantai utara Pulau Jawa yang terbaik dan telah terbentuk puluhan tahun, sedangkan pencetakan sawah baru yang sangat besar biayanya di luar Pulau Jawa seperti di Kalimantan Tengah, tidak memuaskan hasilnya.

Sumaryanto *et al* (2005)¹²¹ mengungkapkan bahwa dampak negatif dari konversi lahan sawah adalah degradasi daya dukung ketahanan pangan nasional, pendapatan pertanian menurun, dan meningkatnya kemiskinan masyarakat lokal. Selain itu dampak lainnya adalah rusaknya ekosistem sawah,

¹²¹ Sumaryanto, *et al* (2005). *Analisis Kebijakan Konversi Lahan Sawah ke. Penggunaan Non Pertanian. Laporan Penelitian Tahun II. Universitas Lampung. Bandar Lampung.*

serta adanya perubahan budaya dari agraris ke budaya urban sehingga menyebabkan terjadinya kriminalitas.

Menurut Firman (2005)¹²² bahwa alih fungsi lahan yang terjadi menimbulkan dampak langsung maupun dampak tidak langsung. Dampak langsung yang diakibatkan oleh alih fungsi lahan berupa hilangnya lahan pertanian subur, hilangnya investasi dalam infrastruktur irigasi, kerusakan natural lanskap, dan masalah lingkungan. Kemudian dampak tidak langsung yang ditimbulkan berupa inflasi penduduk dari wilayah perkotaan ke wilayah tepi kota. Kegiatan alih fungsi lahan pertanian juga berpengaruh terhadap lingkungan. Perubahan lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem lahan pertanian. Menurut Ruswandi et al (2007)¹²³ secara faktual alih fungsi lahan atau konversi lahan menimbulkan beberapa konsekuensi, antara lain berkurangnya lahan terbuka hijau sehingga lingkungan tata air akan terganggu, serta lahan untuk budidaya pertanian semakin sempit.

Furi (2007)¹²⁴ menjelaskan bahwa konversi lahan atau alih fungsi lahan yang terjadi mengubah status kepemilikan lahan dan penguasaan lahan. Perubahan dalam penguasaan lahan di pedesaan membawa implikasi bagi perubahan pendapatan dan kesempatan kerja masyarakat yang menjadi indikator kesejahteraan masyarakat desa. Terbatasnya akses untuk menguasai lahan menyebabkan terbatas pula akses masyarakat atas manfaat lahan yang menjadi modal utama mata

¹²² Firman T. 2005. *Konversi lahan pertanian dalam perspektif pengembangan wilayah dan kota*. Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, Pusat Studi Pembangunan Pertanian dan Pedesaan LPPM – Institut Pertanian Bogor.

¹²³ Ruswandi. et al, 2007. *Konversi Lahan Pertanian dan Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Bandung Utara*. Jurnal tanah dan Lingkungan.

¹²⁴ Furi DR. 2007. *Implikasi Konversi Lahan Terhadap Aksesibilitas Lahan dan Kesejahteraan Masyarakat Desa*. Skripsi. IPB, Bogor.

pencabarian sehingga terjadi pergeseran kesempatan kerja ke sektor non-pertanian (sektor informal).

BAB 7

KLASIFIKASI & PENGGUNAAN LAHAN

A. Klasifikasi Lahan

Klasifikasi dan penggunaan lahan adalah cara untuk mengelompokkan berbagai jenis lahan berdasarkan fungsinya dan bagaimana lahan tersebut digunakan oleh manusia. Klasifikasi ini penting dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan sumber daya alam, dan pemahaman terhadap dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan. Berikut adalah penjelasan singkat tentang klasifikasi dan penggunaan lahan:

Klasifikasi Lahan:

1. Lahan Pertanian: Lahan yang digunakan untuk budidaya tanaman, baik untuk tujuan komersial maupun subsisten.
2. Hutan: Area yang ditutupi oleh pohon, termasuk hutan alam dan hutan yang ditanam kembali (reboisasi).
3. Perkotaan dan Pemukiman: Area yang digunakan untuk bangunan, infrastruktur perkotaan, dan pemukiman manusia.
4. Lahan Basah: Termasuk rawa, sawah, dan daerah pesisir, yang memiliki tingkat kelembaban yang tinggi.
5. Lahan Gersang: Daerah yang memiliki sedikit vegetasi dan sumber daya air yang terbatas.
6. Lahan Pegunungan: Wilayah yang secara signifikan terpengaruh oleh topografi yang bergunung-gunung.
7. Lahan Terbuka: Lahan yang tidak memiliki penggunaan spesifik yang dominan, seperti padang rumput, padang pasir, dan daerah gurun.

Penggunaan Lahan:

1. Pertanian: Budidaya tanaman, peternakan, dan perikanan untuk produksi pangan dan bahan baku lainnya.
2. Konservasi dan Pelestarian: Penggunaan lahan untuk menjaga keanekaragaman hayati, perlindungan sumber daya alam, dan habitat satwa liar.
3. Perkotaan: Pembangunan infrastruktur, perumahan, dan kegiatan komersial.
4. Industri: Lokasi pabrik, fasilitas produksi, dan pengolahan sumber daya alam.
5. Rekreasi: Taman, tempat liburan, dan area rekreasi lainnya untuk kegiatan rekreasi dan pariwisata.
6. Transportasi: Jalan raya, rel kereta api, pelabuhan, dan bandara.
7. Energi: Penggunaan lahan untuk pembangkit listrik, pengeboran minyak, dan energi terbarukan seperti tenaga angin dan matahari.

Penggunaan lahan dapat berubah seiring waktu karena perkembangan teknologi, kebutuhan manusia, dan perubahan lingkungan. Klasifikasi dan penggunaan lahan yang tepat sangat penting untuk memastikan pengelolaan yang berkelanjutan dan harmonis antara manusia dan lingkungan.

Klasifikasi lahan merujuk pada proses pengelompokkan berbagai jenis lahan berdasarkan karakteristiknya, seperti topografi, tekstur tanah, penggunaan lahan, vegetasi, dan kondisi lingkungan lainnya. Tujuan utama dari klasifikasi lahan adalah untuk memahami dan mengelompokkan lahan berdasarkan kesamaan atau perbedaan dalam karakteristiknya. Hal ini memungkinkan untuk pengelolaan yang lebih efektif dan pemahaman yang lebih baik tentang potensi serta batasan dari setiap jenis lahan.

Proses klasifikasi lahan melibatkan pengumpulan data dan analisis terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi karakteristik lahan. Beberapa faktor yang sering dipertimbangkan dalam klasifikasi lahan meliputi:

1. Topografi: Seperti kemiringan, ketinggian, dan bentuk lahan.
2. Tanah: Termasuk tekstur, kandungan unsur hara, kedalaman tanah, dan drainase.
3. Vegetasi: Jenis tumbuhan yang dominan, kepadatan vegetasi, dan keberadaan hutan atau padang rumput.
4. Iklim: Faktor-faktor seperti curah hujan, suhu, dan pola angin.
5. Penggunaan Lahan: Apakah lahan tersebut digunakan untuk pertanian, hutan, perkotaan, industri, atau tujuan lainnya.
6. Hidrologi: Ketersediaan air, sifat-sifat air tanah, dan pola aliran air.

Hasil dari klasifikasi lahan dapat berupa peta klasifikasi lahan yang menunjukkan distribusi berbagai jenis lahan di suatu wilayah. Peta ini sangat berguna dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan sumber daya alam, pemilihan lokasi proyek pembangunan, dan pengambilan keputusan terkait penggunaan lahan.

Penting untuk dicatat bahwa klasifikasi lahan dapat bervariasi tergantung pada tujuan analisis dan konteks spesifiknya. Sebagai contoh, klasifikasi lahan untuk tujuan pertanian mungkin akan berbeda dengan klasifikasi lahan untuk tujuan konservasi alam.

Klasifikasi lahan pertanian dan lahan perkebunan adalah dua pendekatan berbeda dalam mengelompokkan lahan berdasarkan penggunaannya dan karakteristiknya yang khas. Meskipun keduanya berfokus pada aktivitas agrikultur, ada perbedaan signifikan antara keduanya:

Klasifikasi Lahan Pertanian:

1. Fokus Utama: Klasifikasi lahan pertanian menitikberatkan pada lahan yang digunakan untuk budidaya tanaman pangan, sayuran, atau bahan makanan lainnya.
2. Jenis Tanaman: Lahan pertanian dapat mencakup area yang digunakan untuk berbagai jenis tanaman, seperti padi, jagung, gandum, kedelai, dan sebagainya.

3. Skala: Budidaya tanaman di lahan pertanian dapat dilakukan baik dalam skala kecil (pertanian subsisten) maupun skala besar (pertanian komersial).
4. Perawatan dan Pengelolaan: Lahan pertanian memerlukan perawatan yang berkelanjutan, termasuk pemupukan, pengairan, pengendalian hama, dan perawatan tanah.
5. Rotasi Tanaman: Praktik rotasi tanaman umumnya lebih sering ditemui dalam lahan pertanian, di mana tanaman yang ditanam secara bergantian untuk menjaga kesuburan tanah dan mengendalikan serangan hama dan penyakit.

Klasifikasi Lahan Perkebunan:

1. Fokus Utama: Klasifikasi lahan perkebunan berfokus pada lahan yang ditanami dengan tanaman komersial seperti kopi, teh, kakao, kelapa sawit, karet, dan sejenisnya.
2. Jenis Tanaman: Lahan perkebunan umumnya ditanami dengan satu jenis tanaman komersial yang dominan dan dikelola secara intensif untuk tujuan komersial.
3. Skala: Perkebunan biasanya memiliki skala yang lebih besar daripada pertanian dan seringkali dijalankan sebagai usaha besar atau perusahaan.
4. Perawatan dan Pengelolaan: Pengelolaan perkebunan meliputi praktik-praktik seperti pemupukan, irigasi, pemangkasan, pengendalian gulma, dan pemantauan penyakit dan hama.
5. Monokultur: Lahan perkebunan cenderung merupakan area monokultur, di mana satu jenis tanaman mendominasi lahan dengan sedikit variasi tanaman lainnya.

Meskipun demikian, terdapat beberapa tumpang tindih antara klasifikasi lahan pertanian dan perkebunan, terutama ketika pertanian skala besar memasukkan elemen-elemen perkebunan, atau ketika perkebunan mengintegrasikan beberapa jenis tanaman dalam sistem agroforestri atau polikultur. Namun demikian, perbedaan dalam fokus, jenis tanaman, skala, dan praktik pengelolaan masih menjadi ciri khas utama yang membedakan klasifikasi lahan pertanian dan perkebunan.

B. Klasifikasi FAO 1976

Evaluasi Lahan menurut Food and Agriculture Organization (FAO) pada tahun 1976¹²⁵ mengacu pada proses sistematis dalam menilai kesesuaian lahan untuk berbagai keperluan pertanian. FAO mengembangkan kerangka kerja evaluasi lahan untuk membantu perencanaan penggunaan lahan dan pembangunan pertanian. Berikut adalah komponen kunci evaluasi lahan menurut FAO 1976:

1. **Klasifikasi Lahan:** Prosesnya dimulai dengan pengklasifikasian lahan ke dalam beberapa kategori berdasarkan sifat fisik dan kimianya, topografi, iklim, dan faktor relevan lainnya. Klasifikasi ini membantu dalam mengidentifikasi lahan dengan karakteristik serupa. Klasifikasi tanah adalah proses sistematis untuk mengkategorikan tanah ke dalam kelas atau kategori yang berbeda berdasarkan berbagai faktor fisik, kimia, dan lingkungan. Klasifikasi ini membantu dalam memahami beragam karakteristik lahan dan kesesuaiannya untuk berbagai tujuan. Berikut rincian komponen- komponen yang terlibat dalam klasifikasi tanah:
 - a. **Sifat Fisika:** Sifat fisik tanah meliputi tekstur tanah, struktur tanah, kedalaman tanah, drainase, dan permeabilitas. Properti ini mempengaruhi kemampuan lahan untuk mendukung penggunaan lahan yang berbeda seperti pertanian, kehutanan, atau pembangunan perkotaan.
 - b. **Sifat Kimia:** Sifat kimia mengacu pada kesuburan tanah, tingkat pH, kandungan nutrisi, dan salinitas. Sifat-sifat ini mempengaruhi produktivitas tanah dan kesesuaiannya untuk budidaya tanaman atau kegiatan pertanian lainnya.
 - c. **Topografi:** Topografi meliputi ciri-ciri alami permukaan tanah, seperti ketinggian, kemiringan, aspek, dan bentuk lahan. Faktor-faktor ini mempengaruhi drainase air,

¹²⁵ FAO, 1976, *A Framework for Land Evaluation*, Soil Resources Management and Conservation Service Land and Water Development Division. FAO Soil Bulletin no 32 FAO UNO Rome Italy.

potensi erosi, dan kondisi iklim mikro, yang pada gilirannya mempengaruhi kesesuaian penggunaan lahan.

- d. **Iklim:** Faktor iklim meliputi suhu, curah hujan, kelembapan, dan pola angin. Iklim secara langsung mempengaruhi kesesuaian lahan untuk pertanian, kehutanan, dan kegiatan lainnya. Misalnya, daerah kering mungkin cocok untuk penggembalaan namun tidak cocok untuk budidaya tanaman intensif.
- e. **Vegetasi dan Tutupan Lahan:** Jenis vegetasi dan tutupan lahan yang ada di lahan memberikan informasi berharga tentang karakteristik ekologi dan potensi pemanfaatannya. Tipe vegetasi yang berbeda mungkin menunjukkan kondisi tanah dan fungsi ekologi yang berbeda.
- f. **Aktivitas Manusia:** Aktivitas manusia seperti praktik penggunaan lahan, pengelolaan lahan, dan pengembangan lahan juga mempengaruhi klasifikasi lahan. Kegiatan ini dapat mengubah sifat tanah, tutupan vegetasi, dan produktivitas lahan.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, klasifikasi lahan bertujuan untuk mengelompokkan wilayah-wilayah yang memiliki karakteristik serupa ke dalam kelas atau kategori yang berbeda. Klasifikasi ini memberikan informasi berharga untuk perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan sumber daya alam, konservasi lingkungan, dan inisiatif pembangunan berkelanjutan. Selain itu, klasifikasi lahan membantu pembuat kebijakan, pengelola lahan, dan pemangku kepentingan membuat keputusan berdasarkan informasi mengenai praktik pengelolaan lahan, alokasi sumber daya, dan proyek pengembangan lahan.

- 2. **Pemetaan Tanah:** Setelah tanah diklasifikasikan, tanah tersebut dipetakan untuk memvisualisasikan sebaran dan batas-batasnya. Pemetaan memberikan informasi spasial yang diperlukan untuk perencanaan dan pengambilan keputusan.

Pemetaan lahan adalah proses pembuatan representasi visual fitur, batas, dan karakteristik lahan pada peta atau platform sistem informasi geografis (GIS). Setelah lahan diklasifikasikan berdasarkan berbagai atributnya, pemetaan digunakan untuk memvisualisasikan sebaran kelas lahan yang berbeda dan hubungan spasialnya. Berikut ini penjelasan lebih dekat mengenai proses pemetaan lahan dan pentingnya hal tersebut:

- a. **Pengumpulan Data:** Pemetaan lahan diawali dengan pengumpulan data geospasial, meliputi citra satelit, foto udara, peta topografi, survei lahan, dan observasi lapangan. Sumber data ini memberikan informasi tentang ciri-ciri fisik, biologis, dan buatan manusia pada suatu lahan.
- b. **Analisis Spasial:** Data geospasial dianalisis untuk mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan antara berbagai fitur dan kelas lahan. Teknik analisis spasial, seperti analisis overlay, analisis kedekatan, dan pengelompokan spasial, digunakan untuk mengekstrak informasi bermakna dari data.
- c. **Teknik Pemetaan:** Berbagai teknik pemetaan digunakan untuk merepresentasikan fitur lahan pada peta atau platform GIS. Hal ini dapat mencakup digitalisasi fitur-fitur dari citra udara, pembuatan peta tematik untuk menampilkan atribut-atribut tertentu (misalnya penggunaan lahan, jenis tanah, tutupan vegetasi), dan pembuatan model medan 3D untuk memvisualisasikan fitur-fitur topografi.
- d. **Produksi Peta:** Berdasarkan hasil analisis, peta dibuat untuk memvisualisasikan sebaran dan batas berbagai kelas lahan. Peta-peta ini dapat dibuat menggunakan perangkat lunak GIS, alat kartografi, atau platform pemetaan lainnya. Mereka memberikan informasi spasial yang diperlukan untuk perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan sumber daya alam, dan pengambilan keputusan.

- e. **Visualisasi dan Interpretasi:** Peta lahan membantu pemangku kepentingan memvisualisasikan distribusi spasial fitur-fitur lahan dan memahami hubungannya dalam lanskap. Hal ini memberikan wawasan berharga mengenai kesesuaian lahan, proses ekologi, konektivitas habitat, dan dinamika penggunaan lahan.
- f. **Pendukung Keputusan:** Peta lahan berfungsi sebagai alat pendukung keputusan bagi pembuat kebijakan, pengelola lahan, perencana, dan pemangku kepentingan lainnya yang terlibat dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan. Mereka membantu dalam mengidentifikasi kawasan prioritas untuk konservasi, menentukan lokasi yang cocok untuk proyek pembangunan, dan menilai dampak lingkungan.

Secara keseluruhan, pemetaan lahan memainkan peran penting dalam mewakili karakteristik lahan secara spasial, memfasilitasi pengambilan keputusan, dan mendorong praktik penggunaan lahan berkelanjutan. Hal ini memberikan representasi visual lanskap, memungkinkan para pemangku kepentingan untuk lebih memahami konteks spasial fitur lahan dan implikasinya terhadap pengelolaan dan konservasi sumber daya.

- 3. **Penilaian Kesesuaian Lahan:** Penilaian ini mencakup evaluasi kesesuaian lahan untuk penggunaan pertanian tertentu, seperti budidaya tanaman pangan, penggembalaan ternak, kehutanan, atau konservasi. Faktor-faktor yang dipertimbangkan antara lain kesuburan tanah, drainase, kemiringan lereng, ketersediaan air, dan kondisi iklim.

Penilaian kesesuaian lahan adalah proses mengevaluasi kemampuan lahan untuk mendukung kegiatan pertanian, kehutanan, konservasi, atau penggunaan lahan tertentu. Penilaian ini mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi kesesuaian lahan untuk penggunaan tertentu. Berikut penjelasan rinci mengenai penilaian kesesuaian lahan:

- a. **Identifikasi Tujuan:** Langkah pertama dalam penilaian kesesuaian lahan adalah menentukan tujuan atau kriteria penggunaan lahan yang dimaksudkan. Hal ini dapat mencakup penentuan kesesuaian untuk budidaya tanaman, penggembalaan ternak, kehutanan, habitat satwa liar, atau tujuan konservasi.
- b. **Identifikasi Faktor:** Faktor-faktor relevan yang mempengaruhi kesesuaian lahan diidentifikasi berdasarkan tujuan penilaian. Faktor-faktor ini biasanya mencakup karakteristik tanah (kesuburan, tekstur, kedalaman), kondisi drainase, kecuraman lereng, ketersediaan air (termasuk curah hujan dan potensi irigasi), kondisi iklim (suhu, curah hujan, hari bebas embun beku), dan karakteristik spesifik lokasi lainnya.
- c. **Pengumpulan Data:** Data mengenai faktor-faktor yang teridentifikasi dikumpulkan melalui survei lapangan, pengambilan sampel tanah, peta topografi, catatan iklim, citra penginderaan jauh, dan sumber lainnya. Data ini memberikan informasi mengenai kondisi dan karakteristik lahan saat ini.
- d. **Evaluasi Faktor:** Setiap faktor dievaluasi untuk menilai kesesuaiannya dengan tujuan penggunaan lahan. Misalnya, kesuburan tanah dapat dinilai berdasarkan kandungan unsur hara, tingkat pH, dan kandungan bahan organik, sedangkan kecuraman lereng dapat dievaluasi untuk menentukan kesesuaiannya untuk pertanian mekanis atau risiko erosi.
- e. **Pembobotan dan Penilaian:** Faktor-faktor dapat diberi bobot berdasarkan kepentingan relatifnya terhadap tujuan penggunaan lahan. Sistem penilaian atau skala penilaian dapat digunakan untuk menetapkan nilai numerik pada tingkat kesesuaian yang berbeda untuk setiap faktor.
- f. **Integrasi dan Analisis:** Data mengenai masing-masing faktor diintegrasikan dan dianalisis untuk menentukan kesesuaian lahan secara keseluruhan. Hal ini mungkin

melibatkan overlay peta berbagai faktor dalam sistem informasi geografis (GIS) untuk mengidentifikasi wilayah yang memenuhi kriteria yang diinginkan untuk tujuan penggunaan lahan.

- g. Klasifikasi Kesesuaian:** Berdasarkan analisis, lahan diklasifikasikan ke dalam kelas atau kategori kesesuaian yang berbeda, seperti sangat sesuai, cukup sesuai, sesuai marginal, atau tidak sesuai. Klasifikasi ini memberikan panduan mengenai kelayakan lahan untuk penggunaan tertentu.
- h. Pemetaan dan Pelaporan:** Hasil penilaian kesesuaian lahan biasanya disajikan dalam bentuk peta, laporan, atau alat pendukung keputusan. Hasil-hasil ini membantu para pemangku kepentingan dalam membuat keputusan yang tepat mengenai perencanaan penggunaan lahan, alokasi sumber daya, dan praktik pengelolaan.

Secara keseluruhan, penilaian kesesuaian lahan adalah proses sistematis yang membantu mengidentifikasi kawasan yang paling sesuai untuk berbagai penggunaan lahan berdasarkan analisis komprehensif terhadap faktor-faktor spesifik lokasi. Hal ini memberikan masukan bagi perencanaan penggunaan lahan dan pengambilan keputusan, mendorong praktik pengelolaan lahan berkelanjutan, dan mendukung konservasi sumber daya alam.

- 4. Klasifikasi Kemampuan Lahan:** Lahan diklasifikasikan berdasarkan kemampuan bawaannya untuk mendukung berbagai penggunaan lahan dan kegiatan pertanian. Klasifikasi ini membantu dalam mengidentifikasi penggunaan lahan dan praktik pengelolaan yang paling tepat untuk berbagai wilayah.

Klasifikasi Kemampuan Lahan adalah pendekatan sistematis untuk mengkategorikan lahan berdasarkan kemampuan bawaannya untuk mendukung berbagai penggunaan lahan dan kegiatan pertanian. Klasifikasi ini

membantu dalam mengidentifikasi penggunaan lahan dan praktik pengelolaan yang paling tepat untuk berbagai wilayah, dengan mempertimbangkan keterbatasan dan potensi yang melekat pada lahan. Berikut adalah melihat lebih dekat apa yang diperlukan:

- a. **Tujuan:** Tujuan utama klasifikasi kemampuan lahan adalah untuk menilai potensi lahan untuk berbagai penggunaan lahan, seperti pertanian, kehutanan, pengembalaan, habitat satwa liar, dan konservasi. Hal ini bertujuan untuk mencocokkan kegiatan penggunaan lahan dengan karakteristik alam dan keterbatasan lahan.
- b. **Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan:** Klasifikasi kemampuan lahan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi kesesuaian lahan untuk penggunaan tertentu. Faktor-faktor tersebut meliputi karakteristik tanah (tekstur, kedalaman, kesuburan, drainase), topografi (kemiringan, aspek), iklim (suhu, curah hujan), hidrologi (ketersediaan air, risiko banjir), dan tutupan vegetasi.
- c. **Sistem Klasifikasi:** Lahan diklasifikasikan ke dalam kelas atau kategori kemampuan yang berbeda berdasarkan kesesuaiannya untuk penggunaan lahan tertentu. Sistem klasifikasi biasanya terdiri dari beberapa kelas, mulai dari sangat sesuai (Kelas I) hingga tidak sesuai (Kelas VIII atau lebih tinggi). Setiap kelas mewakili tingkat kemampuan yang berbeda-beda dalam mendukung berbagai penggunaan lahan.
- d. **Kriteria Klasifikasi:** Kriteria untuk mengklasifikasikan kemampuan lahan bervariasi tergantung pada sistem klasifikasi spesifik yang digunakan. Namun, kriteria umum mencakup kesuburan tanah, drainase, kecuraman lereng, risiko erosi, dan keterbatasan yang disebabkan oleh kondisi iklim dan hidrologi.
- e. **Pemetaan dan Analisis:** Klasifikasi kemampuan lahan melibatkan pemetaan berbagai kelas kemampuan di seluruh lanskap untuk memvisualisasikan distribusi

kesesuaian lahan. Alat Sistem Informasi Geografis (GIS) sering digunakan untuk menganalisis dan memetakan kemampuan lahan, mengintegrasikan data tanah, topografi, iklim, dan faktor relevan lainnya.

- f. **Pendukung Keputusan:** Hasil klasifikasi kemampuan lahan memberikan informasi berharga untuk perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan sumber daya alam, dan pengambilan keputusan. Mereka membantu pembuat kebijakan, pengelola lahan, dan pemangku kepentingan mengidentifikasi kawasan yang cocok untuk berbagai penggunaan lahan, mengalokasikan sumber daya secara efektif, dan mengembangkan praktik pengelolaan yang tepat.
- g. **Pertimbangan Keberlanjutan:** Klasifikasi kemampuan lahan juga mempertimbangkan keberlanjutan praktik penggunaan lahan dalam jangka panjang. Hal ini membantu mendorong penggunaan lahan dengan cara yang menjaga produktivitas tanah, meminimalkan degradasi lingkungan, dan menjaga kesehatan ekosistem dari waktu ke waktu.

Secara keseluruhan, klasifikasi kemampuan lahan berfungsi sebagai alat yang berharga untuk perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan, yang memungkinkan para pemangku kepentingan untuk membuat keputusan yang tepat mengenai aktivitas penggunaan lahan berdasarkan karakteristik dan keterbatasan yang melekat pada lahan.

- 5. **Penilaian Produktivitas Lahan:** Penilaian potensi produktivitas lahan melibatkan estimasi kapasitas lahan untuk menghasilkan tanaman atau produk pertanian lainnya berdasarkan praktik pengelolaan tertentu. Penilaian ini mempertimbangkan faktor-faktor seperti kualitas tanah, ketersediaan unsur hara, dan kondisi iklim.

Penilaian produktivitas lahan adalah proses mengevaluasi potensi produktivitas lahan dengan memperkirakan kapasitasnya untuk menghasilkan tanaman

atau produk pertanian lainnya berdasarkan praktik pengelolaan tertentu. Penilaian ini memperhitungkan berbagai faktor yang mempengaruhi kemampuan lahan dalam mendukung produksi pertanian. Berikut rinciannya:

- a. **Identifikasi Tujuan:** Tujuan utama penilaian produktivitas lahan adalah untuk menentukan potensi hasil tanaman atau produk pertanian lainnya yang dapat diperoleh dari suatu area lahan tertentu. Hal ini membantu dalam mengoptimalkan produksi pertanian dan memaksimalkan hasil.
- b. **Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan:** Penilaian produktivitas lahan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi produktivitas lahan. Faktor-faktor tersebut meliputi kualitas tanah (kesuburan, tekstur, struktur), ketersediaan unsur hara (hara makro dan mikro), ketersediaan air (curah hujan, irigasi), kondisi iklim (suhu, kelembaban), tekanan hama dan penyakit, serta cara pengelolaan (rotasi tanaman, pengolahan tanah)., pemupukan).
- c. **Pengumpulan Data:** Data mengenai faktor-faktor yang teridentifikasi dikumpulkan melalui pengambilan sampel tanah, analisis laboratorium, catatan iklim, uji coba tanaman, dan observasi lapangan. Data ini memberikan informasi tentang kondisi dan karakteristik lahan saat ini, yang penting untuk menilai produktivitasnya.
- d. **Analisis Kesesuaian Tanaman:** Kesesuaian berbagai tanaman atau praktik pertanian untuk suatu lahan dianalisis berdasarkan karakteristik dan keterbatasannya. Hal ini melibatkan evaluasi kompatibilitas tanaman dengan jenis tanah, kondisi iklim, dan sumber daya yang tersedia seperti air dan nutrisi.
- e. **Estimasi Potensi Hasil:** Berdasarkan analisis kualitas tanah, kondisi iklim, dan faktor lainnya, potensi hasil tanaman atau produk pertanian diperkirakan untuk suatu luas lahan tertentu. Estimasi ini mungkin didasarkan pada

data historis hasil panen, model pertumbuhan tanaman, atau pengetahuan para ahli.

- f. **Rekomendasi Pengelolaan:** Penilaian produktivitas lahan memberikan rekomendasi untuk mengoptimalkan produksi pertanian dan meningkatkan praktik pengelolaan lahan. Hal ini dapat mencakup perbaikan tanah untuk meningkatkan kesuburan, strategi irigasi untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air, strategi pengelolaan hama dan penyakit, dan pemilihan tanaman berdasarkan analisis kesesuaian.
- g. **Pendukung Keputusan:** Hasil penilaian produktivitas lahan berfungsi sebagai alat pendukung keputusan bagi petani, pengelola lahan, dan pengambil kebijakan. Mereka membantu dalam mengambil keputusan mengenai pemilihan tanaman, penggunaan input, investasi pada infrastruktur pertanian, dan perencanaan penggunaan lahan.

Secara keseluruhan, penilaian produktivitas lahan sangat penting untuk memaksimalkan produksi pertanian sekaligus memastikan praktik pengelolaan lahan berkelanjutan. Hal ini memberikan wawasan berharga mengenai potensi lahan untuk penggunaan pertanian dan memandu proses pengambilan keputusan untuk mengoptimalkan produktivitas dan efisiensi sumber daya.

- 6. **Peta Kesesuaian Lahan:** Hasil evaluasi lahan seringkali disajikan dalam bentuk peta yang dikenal dengan peta kesesuaian lahan. Peta-peta ini memberikan gambaran visual tentang kesesuaian lahan untuk berbagai kegiatan pertanian, membantu perencana dan pengambil keputusan mengidentifikasi kawasan yang cocok untuk berbagai tujuan.

Peta kesesuaian lahan adalah representasi grafis yang menggambarkan kesesuaian lahan untuk berbagai kegiatan pertanian, penggunaan lahan, atau praktik pengelolaan. Peta-peta ini dihasilkan berdasarkan hasil proses evaluasi lahan, yang menilai kesesuaian lahan untuk tujuan tertentu.

Berikut penjelasan detail mengenai peta kesesuaian lahan dan kepentingannya:

- a. Representasi Visual: Peta kesesuaian lahan memberikan representasi visual distribusi spasial kesesuaian lahan di suatu lanskap. Warna, simbol, atau bayangan yang berbeda digunakan untuk menunjukkan kawasan dengan kesesuaian yang berbeda-beda untuk kegiatan pertanian atau penggunaan lahan tertentu.
- b. Kelas Kesesuaian: Peta kesesuaian lahan biasanya mengklasifikasikan lahan ke dalam kelas atau kategori kesesuaian yang berbeda berdasarkan hasil penilaian evaluasi lahan. Kelas-kelas ini dapat mencakup kawasan yang sangat sesuai, cukup sesuai, sesuai marginal, atau tidak sesuai untuk tujuan tertentu.
- c. Integrasi Informasi: Peta kesesuaian lahan mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber, termasuk survei tanah, peta topografi, data iklim, tujuan perencanaan penggunaan lahan, dan preferensi pemangku kepentingan. Pendekatan komprehensif ini memungkinkan dilakukannya penilaian holistik terhadap kesesuaian lahan untuk berbagai tujuan.
- d. Pendukung Keputusan: Peta kesesuaian lahan berfungsi sebagai alat pendukung keputusan bagi para perencana, pengelola lahan, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan lainnya yang terlibat dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan. Mereka membantu mengidentifikasi kawasan yang cocok untuk pengembangan pertanian, upaya konservasi, proyek infrastruktur, dan kegiatan terkait lahan lainnya.
- e. Perencanaan Tata Guna Lahan: Peta kesesuaian lahan memainkan peran penting dalam proses perencanaan tata guna lahan dengan memandu keputusan mengenai lokasi penggunaan dan aktivitas lahan yang berbeda. Mereka membantu memprioritaskan alokasi lahan untuk pertanian, kehutanan, pembangunan perkotaan,

konservasi, dan tujuan lainnya berdasarkan pertimbangan kesesuaian lahan.

- f. Alokasi Sumber Daya: Peta kesesuaian lahan membantu alokasi sumber daya yang efisien, seperti investasi lahan, air, dan infrastruktur, dengan mengidentifikasi wilayah dengan potensi terbesar untuk produktivitas pertanian atau hasil lain yang diinginkan.
- g. Pengelolaan Lingkungan: Peta kesesuaian lahan berkontribusi terhadap pengelolaan lingkungan berkelanjutan dengan memberikan panduan dalam melindungi habitat sensitif, meminimalkan degradasi lahan, dan mendorong konservasi sumber daya alam.
- h. Kesadaran Masyarakat: Peta kesesuaian lahan dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pertimbangan kesesuaian lahan dalam pengambilan keputusan penggunaan lahan dan implikasinya terhadap pembangunan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, peta kesesuaian lahan merupakan alat yang berharga untuk memvisualisasikan secara spasial dan mengkomunikasikan informasi tentang kesesuaian lahan untuk berbagai tujuan. Mereka memfasilitasi pengambilan keputusan, mendorong praktik penggunaan lahan berkelanjutan, dan mendukung alokasi lahan dan sumber daya yang efisien.

Secara keseluruhan, evaluasi lahan menurut FAO 1976 memberikan pendekatan sistematis untuk menilai potensi pertanian lahan, memandu keputusan perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan untuk memastikan pembangunan pertanian berkelanjutan.

C. Penggunaan Lahan¹²⁶

Bagaimana umat manusia memanfaatkan tanah di bumi? Dan bagaimana kita dapat mengurangi penggunaan lahan sehingga lebih banyak lahan yang tersisa untuk satwa liar?

Fokus halaman topik ini adalah penggunaan lahan untuk pertanian. Namun kami juga mempelajari penggunaan lahan lainnya, termasuk lahan yang diperlukan untuk pemukiman manusia.

Pertanian adalah penggunaan lahan yang utama. Separuh dari lahan yang dapat dihuni di dunia digunakan untuk pertanian. Penggunaan lahan yang luas mempunyai dampak besar terhadap lingkungan bumi karena berkurangnya hutan belantara dan mengancam keanekaragaman hayati.

Mengurangi konsumsi produk-produk yang intensif sumber daya dan meningkatkan produktivitas lahan memungkinkan produksi pangan dengan input yang jauh lebih kecil dan mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Setengah dari lahan yang dapat dihuni di dunia digunakan untuk pertanian

Tanda paling nyata yang ditinggalkan umat manusia di planet ini adalah transformasi habitat liar menjadi lahan pertanian.

Jika kita memutar balik 1000 tahun yang lalu, diperkirakan hanya 4 juta kilometer persegi – kurang dari 4% lahan bebas es dan gurun di dunia yang digunakan untuk pertanian.

Dalam visualisasinya kita melihat rincian luas daratan global saat ini. Sekitar 10% ditutupi oleh gletser, dan 14% lainnya ditutupi oleh gurun dan lahan tandus lainnya. Selebihnya adalah apa yang peneliti sebut sebagai tanah layak huni’.

¹²⁶ Hannah Ritchie and Max Roser, 2019, <https://ourworldindata.org/land-use>

Hampir setengah (44%) lahan yang dapat dihuni di dunia digunakan untuk pertanian.¹²⁷ Luas totalnya adalah 48 juta kilometer persegi (km²). Jumlah tersebut sekitar lima kali lipat luas Amerika Serikat.¹²⁸

Lahan pertanian merupakan sepertiga dari lahan pertanian, dan lahan penggembalaan mencakup dua pertiga sisanya.¹²⁹ Namun, hanya separuh lahan pertanian di dunia yang digunakan untuk bercocok tanam dan dikonsumsi langsung oleh manusia. Kita menggunakan banyak lahan untuk bercocok tanam untuk biofuel dan produk industri lainnya, dan sebagian besar lagi digunakan untuk pakan ternak.¹³⁰ Jika kita

¹²⁷ This data is sourced from the UN Food and Agriculture Organization. Other studies confirm this distribution of global land: in an analysis of how humans have transformed global land use in recent centuries, Ellis et al. (2010) found that by 2000, 55% of Earth's ice-free (not simply habitable) land had been converted into cropland, pasture, and urban areas. This left only 45% as 'natural' or 'semi-natural' land.

Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., & Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 589-606.

The major uncertainties – and explanation for discrepancies – in these assessments is the allocation of 'rangelands': in some regions it can be difficult to accurately quantify how much of rangelands are used for grazing, and how much is free from human pressure. Despite this uncertainty, most analyses tend to conclude that close to half of habitable land is used for agriculture.

¹²⁸ The land area of the United States is around 9.2 million km². Multiplied by 5, gives us 46 million km². Note that when inland water bodies, and coastal waters are included, the surface area of the US is 9.8 million km². Agricultural land would then be 4.9 times the size of the US.

¹²⁹ This data is also from the UN's Food and Agricultural Organization. Cropland area is around 16 million km² (1.6 billion hectares), which is one-third of 48 million km².

¹³⁰ The UN FAO does not provide breakdowns of the amount of land directly devoted to feed, food, and industrial production. It does provide this in tonnage terms, however, converting this to area estimates is complex, especially when co-products are considered.

To get the breakdown of cropland areas, we have combined the UN FAO land use areas with the share of area given to food, feed and non-food uses from the 2018 paper in *Science* from Joseph Poore and Thomas Nemecek. It is the largest

menggabungkan lahan penggembalaan global dengan jumlah lahan pertanian yang digunakan untuk pakan ternak, maka peternakan menyumbang 80% dari penggunaan lahan pertanian.

Sebagian besar lahan pertanian di dunia digunakan untuk beternak untuk diambil daging dan susunya. Tanaman untuk manusia mencapai 16%. Dan tanaman non-pangan untuk biofuel dan tekstil mencapai 4%.¹³¹

Meskipun terdapat banyak lahan yang digunakan untuk peternakan, namun kontribusinya terhadap pasokan kalori dan protein global sangatlah kecil. Daging, produk susu, dan ikan budidaya hanya menyediakan 17% kalori dunia, dan 38% proteinnya.¹³²

meta- analysis of global food systems to date, covering 38,700 commercially viable farms in 119 countries and 40 products representing around 90% of global protein and calorie consumption.

Poore and Nemecek estimate that 50% of croplands are used for human food; 38% is for livestock feed; and 12% is for non-food uses.

You can find this breakdown in table S10 of the paper's Supplementary Information. This is very similar to the animal feed figures reported in a separate UN report, which estimated that one-third of cropland area is used for feed production. We chose not to use these figures directly since they are unreferenced, and don't provide further

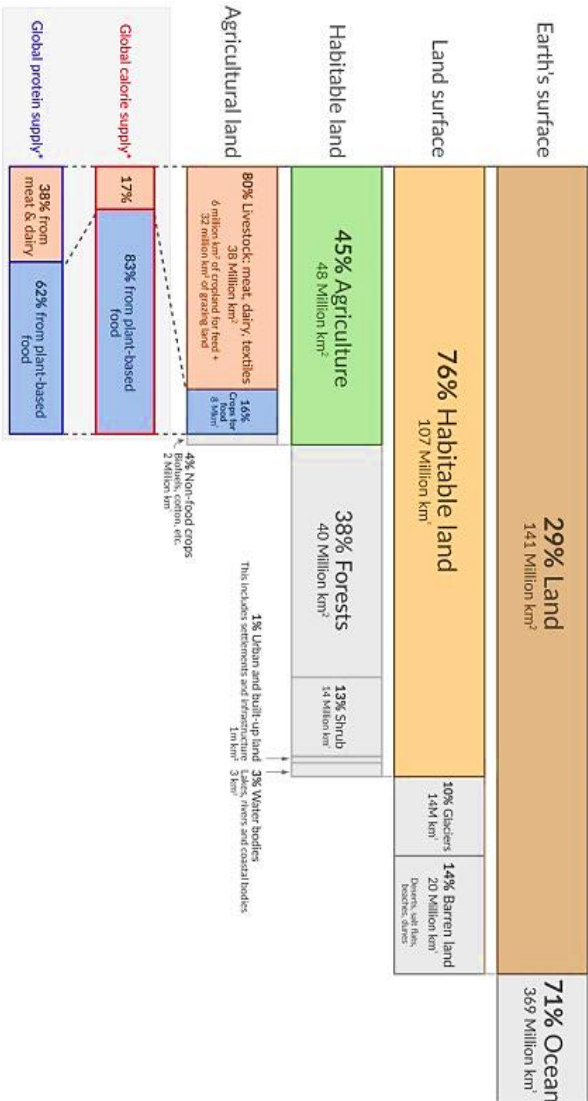
context of food and non-food uses. However, it does provide a useful cross-check that these sources find similar results.

¹³¹ *Grazing land for livestock can also be split between food and non-food products such as leather, hides and other industrial products. Poore and Nemecek (2018) estimate that 87% of grazing land is for meat and dairy production, and the remaining 13% is for non-food uses.*

¹³² *All of the following numbers come from the UN Food and Agriculture Organization (FAO). They can be found on its FAOSTAT database. 40% of the world's protein comes from animal products, and 60% from plant-based foods. However, seafood is also included in animal products here. Around 57% of this comes from aquaculture – which requires some land to grow fish feed – while the other 43% is from wild catch, which does not use land.*

Global land use for food production

Our World
in Data



Grafik 7.1 Global land use for food production

Kita juga dapat melihat rincian sederhana mengenai pemanfaatan lahan di dunia pada grafik di bawah ini. Seperti yang Anda lihat, luas lahan yang digunakan untuk peternakan – termasuk lahan penggembalaan dan lahan pertanian untuk pakan ternak – sama luasnya dengan wilayah Amerika.

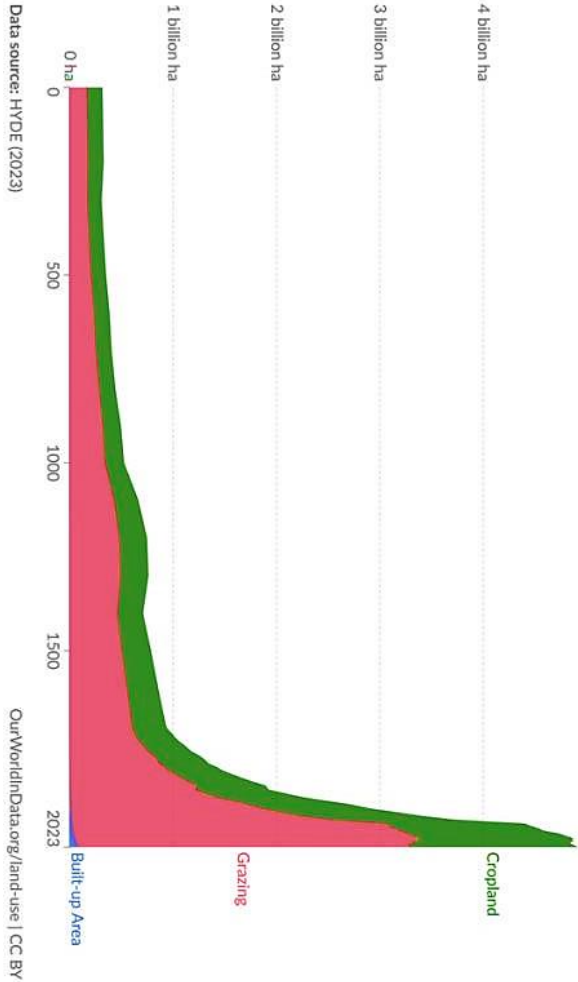
Lahan pertanian – yang digunakan untuk makanan manusia dan penggunaan non-makanan seperti biofuel – sama luasnya dengan luas daratan di Tiongkok.

Bagaimana perubahan tata guna lahan global dalam jangka panjang?

Visualisasi tersebut menunjukkan penggunaan lahan oleh manusia dalam jangka panjang (sejak 10.000 SM), dan merinci perubahan total lahan yang digunakan untuk lahan pertanian, lahan penggembalaan, dan kawasan terbangun/perkotaan dalam hektar. Ini juga dapat dilihat berdasarkan negara dan seluruh wilayah tertentu menggunakan opsi "ubah negara/wilayah".

Land use over the long-term, World, 0 to 2023

Total land area used for cropland, grazing land and built-up areas (villages, cities, towns and human infrastructure).



Grafik 7.2 Land use over the long term

Total luas lahan yang digunakan untuk lahan pertanian, lahan penggembalaan, dan kawasan terbangun (desa, kota besar, kota kecil dan infrastruktur manusia).

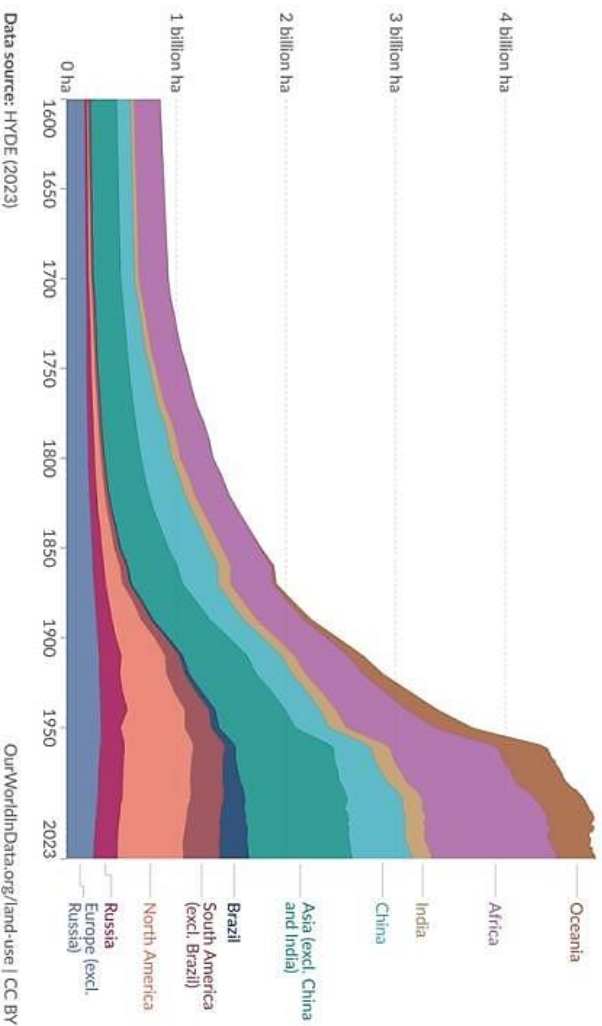
1. 02023500100015000 ha1 miliar ha2 miliar ha3 miliar ha4 miliar haPertanian, Penggembalaan, Kawasan Terbangun
Sumber data: HYDE (2023)

Penggunaan lahan pertanian dalam jangka panjang
Total penggunaan lahan pertanian.

Visualisasi ini menunjukkan total lahan yang digunakan untuk pertanian (yang merupakan kombinasi lahan pertanian dan lahan penggembalaan) dalam jangka panjang, diukur dalam hektar. Pada bagian berikut, Anda dapat menemukan data terpilah untuk lahan pertanian dan perubahan lahan penggembalaan dari waktu ke waktu.

Agricultural area over the long-term, 1600 to 2023

Total areal land use for agriculture, measured as the combination of land for arable farming (cropland) and grazing in hectares.



Grafik 7.3 Agriculture over the long term

Total areal penggunaan lahan untuk pertanian, diukur sebagai kombinasi lahan untuk pertanian subur (lahan pertanian) dan penggembalaan dalam satuan hektar.

2. 1600202316501700175018001850190019500 ha1 miliar ha2 miliar ha3 miliar ha4 miliar haOseaniaAfrikaIndiaChinaAsia (tidak termasuk Tiongkokdan India)BrasilAmerika Selatan(tidak termasuk Brasil)Amerika UtaraRusiaEropa (tidak termasuk Rusia)

Sumber data: HYDE (2023) – Penggunaan lahan pertanian
Visualisasi ini menunjukkan total lahan pertanian (tidak termasuk lahan untuk penggembalaan) dalam jangka panjang, diukur dalam hektar.

Penggunaan lahan penggembalaan

Visualisasi ini menunjukkan total lahan penggembalaan dalam jangka panjang, diukur dalam hektar. Berapa banyak lahan yang digunakan negara untuk pertanian?

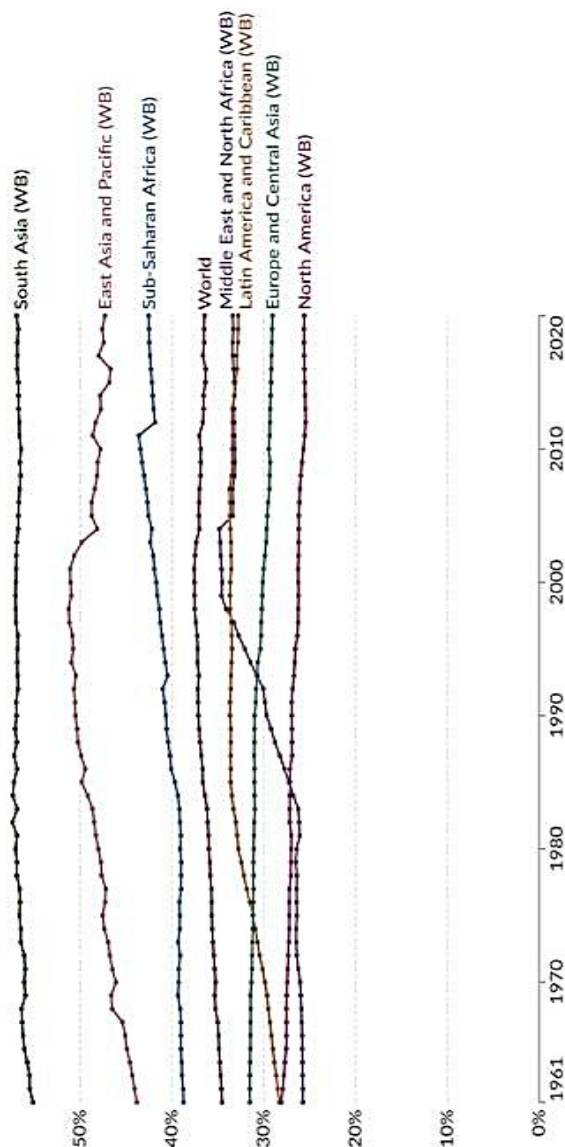
Kita menggunakan sekitar setengah lahan layak huni di dunia untuk pertanian. Namun berapa banyak total lahan yang dimanfaatkan untuk pertanian di seluruh dunia? Pada peta di sini kita melihat bagian dari total luas lahan (baik yang layak huni maupun tidak layak huni) yang digunakan untuk pertanian.

Terdapat variabilitas yang besar dalam luas lahan yang digunakan suatu negara untuk pertanian. Alokasinya berkisar kurang dari sepuluh persen, khususnya di negara-negara di Afrika Sub-Sahara dan kawasan Skandinavia hingga mendekati 80 persen di sebagian besar wilayah (termasuk Inggris, Uruguay, Afrika Selatan, Nigeria, dan Arab Saudi). Penting untuk dicatat bahwa metrik ini mencakup lahan yang digunakan untuk produksi garapan (lahan pertanian) dan lahan padang rumput untuk penggembalaan ternak; hal ini berarti bahwa pertanian dapat menghabiskan sebagian besar lahan, bahkan di daerah kering dan semi kering dimana pertanian subur tidak mungkin dilakukan. Kita akan mengeksplorasi perbedaan antara lahan pertanian dan padang rumput di bagian berikut.

Jika kita melihat peta dalam mode "grafik", kita melihat bagaimana alokasi lahan untuk pertanian telah berubah seiring waktu di seluruh wilayah global. Porsi lahan yang digunakan untuk pertanian perlahan-lahan meningkat di sebagian besar wilayah di dunia selama beberapa dekade terakhir. Namun, penggunaan lahan di Eropa dan Asia Tengah – khususnya di zona Uni Eropa (UE) – dan Amerika Utara telah menurun.

Share of land area used for agriculture, 1961 to 2020

The share of land area used for agriculture, measured as a percentage of total land area. Agricultural land refers to the share of land area that is arable, under permanent crops, and under permanent pastures.



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (via World Bank)

OurWorldInData.org/land-use | CC BY

Grafik 7.4 Share land for agriculture 1960 – 2020 Pertanian subur (lahan pertanian)

Ada dua penggunaan utama lahan pertanian: pertanian subur (yang merupakan lahan yang didedikasikan untuk bercocok tanam), dan lahan penggembalaan (yang mencakup padang rumput dan padang rumput yang digunakan untuk beternak). Pada bagan di sini kita melihat peta global lahan yang digunakan untuk pertanian subur (sebagai bagian dari total luas lahan).

Bagi sebagian besar negara, seperti yang akan kami tunjukkan pada bagian di bawah ini, penggunaan lahan untuk penggembalaan ternak merupakan hal yang dominan dibandingkan dengan pertanian subur. Bagi sebagian besar negara, lahan yang didedikasikan untuk lahan pertanian biasanya di bawah 20 persen, dan banyak negara yang mendedikasikan kurang dari 10 persen. Namun ada beberapa pengecualian; negara-negara di Asia Selatan dan Eropa mengalokasikan sebagian besar lahan untuk pertanian subur. India, Bangladesh, Ukraina, dan Denmark mendedikasikan lebih dari separuh total luas lahannya untuk lahan pertanian pada tahun 2015.

Padang rumput (padang rumput permanen dan padang rumput) Di sebagian besar negara, sebagian besar lahan pertanian digunakan untuk beternak dalam bentuk padang rumput. Pada peta di sini kita melihat bagian padang rumput permanen dan padang rumput sebagai persentase dari total luas lahan.

Berbeda dengan pertanian subur, penggunaan lahan untuk peternakan di Eropa dan Asia Selatan, khususnya, biasanya kurang dari 20 persen. Namun, sebagian besar wilayah kontinental memiliki negara yang lahan penggembalaannya mencapai hampir setengah dari total luas daratan. Di beberapa negara (khususnya di Asia Tengah, termasuk Mongolia, Kazakhstan, dan Turkmenistan) angka ini bisa mencapai 70 persen. Peternakan dapat dilakukan di berbagai wilayah dengan iklim dan lingkungan yang beragam (misalnya, mulai dari peternakan sapi di wilayah beriklim sedang hingga peternakan domba di daerah perbukitan dan semi kering); artinya jenis

pertanian ini memiliki potensi yang tidak terlalu dibatasi secara geografis dibandingkan pertanian subur.

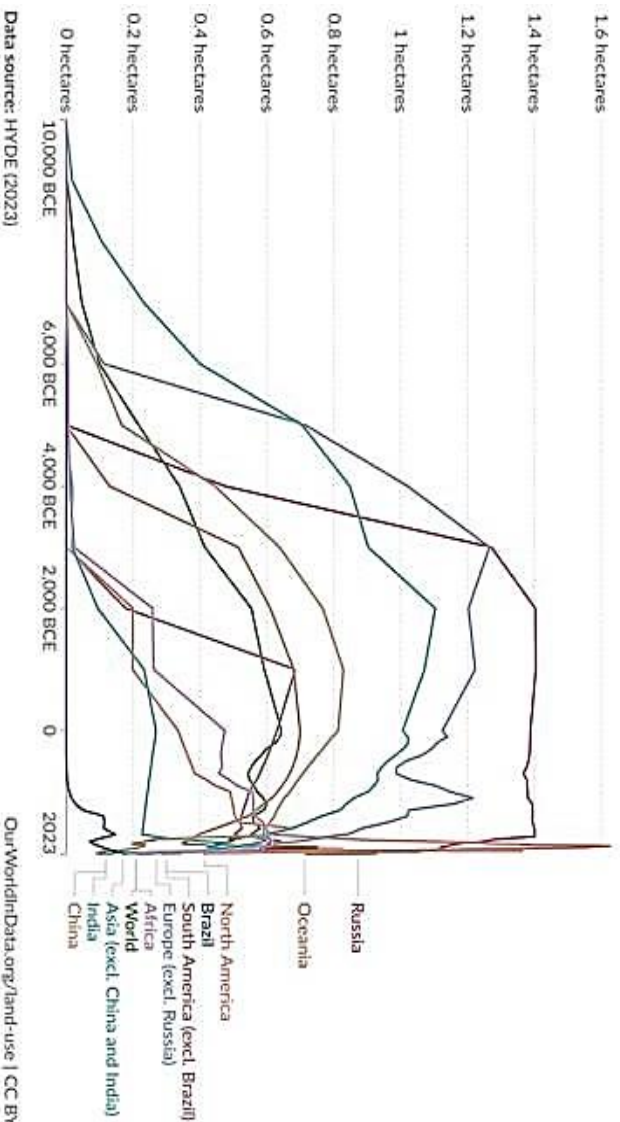
Penggunaan lahan pertanian per orang

Lahan pertanian per orang dalam jangka panjang

Visualisasi di sini menunjukkan perubahan rata-rata penggunaan lahan pertanian per orang dalam jangka panjang (sejak 10.000 SM), diukur dalam hektar per orang.

Cropland per person over the long-term, 10,000 BCE to 2023

Total cropland per capita, measured in hectares per person.



Grafik 7.5 Cropland per person Penggunaan lahan pertanian per orang dalam jangka pendek

Populasi global meningkat lebih dari dua kali lipat selama 50 tahun terakhir. Untuk memenuhi permintaan populasi yang berkembang pesat di planet dengan sumber daya lahan yang terbatas, mengurangi jejak lahan per kapita sangatlah penting.

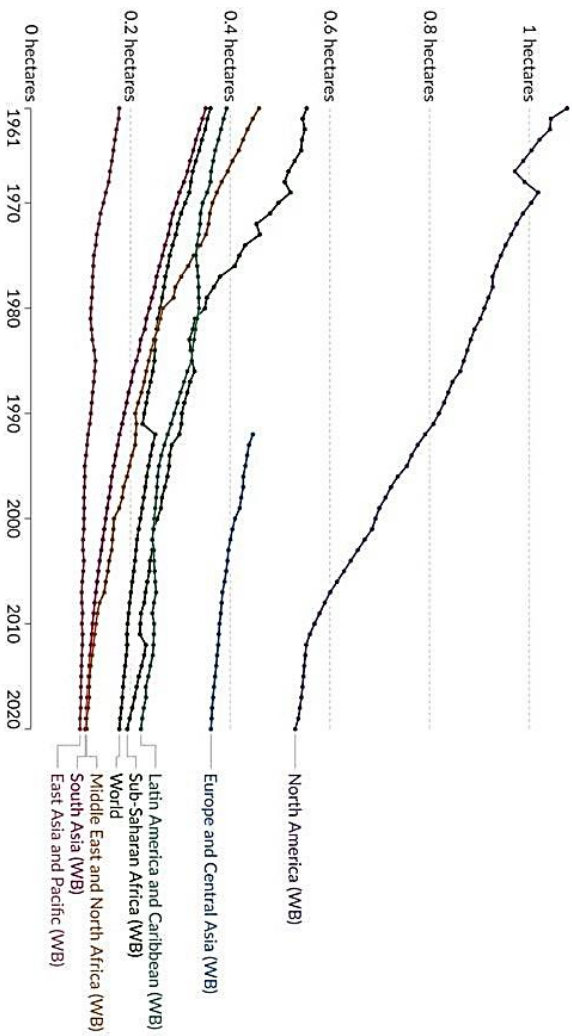
Dalam bagan di sini kami telah menggambarkan tren rata-rata penggunaan lahan subur per orang di seluruh wilayah di dunia. Secara keseluruhan kami melihat bahwa penggunaan lahan subur per kapita telah menurun di seluruh wilayah sejak tahun 1961. Penggunaan lahan per kapita tertinggi di Amerika Utara-- lebih dari dua kali lipat penggunaan lahan di wilayah lain. Penggunaan lahan di Asia-- di Asia Selatan dan Timur adalah yang terendah (5-6 kali lebih sedikit dibandingkan di Amerika Utara). Tingkat pengurangan emisi di Asia Selatan merupakan yang paling dramatis; penggunaan lahan per kapita pada tahun 2014 kira-kira sepertiga dari nilainya pada tahun 1961.

Lahan pertanian per orang dalam jangka panjang

Visualisasi tersebut menunjukkan perubahan rata-rata penggunaan lahan pertanian (yang merupakan jumlah lahan pertanian dan area penggembalaan) per orang dalam jangka panjang (sejak 10.000 SM), diukur dalam hektar per orang.

Arable land use per person

Arable land is defined by the FAO as land under temporary crops, temporary meadows for mowing or for pasture, land under market or kitchen gardens, and land temporarily fallow. It is measured in hectares per person.

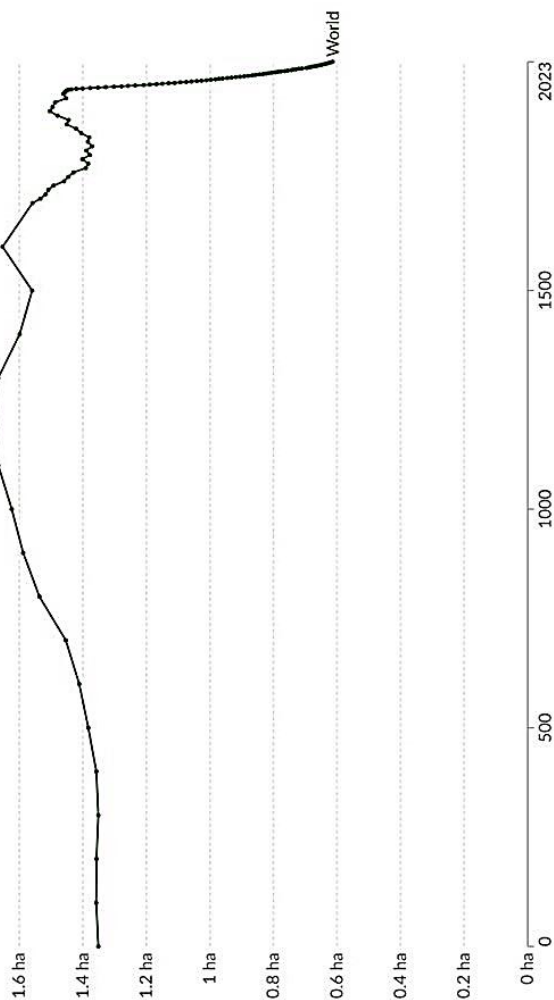


Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations (via World Bank) | OurWorldInData.org/land-use | CC BY

Grafik 7.6 Arable land use per person Penggunaan lahan pertanian per orang

Agricultural land use per person

This dataset is showing estimates of the total agricultural land area – which is the combination of cropland and grazing land – per person. It is measured in hectares per person.



Data source: HYDE (2023)

OurWorldInData.org/land-use | CC BY

Grafik 7.7 Agricultural land use per person

Lahan pertanian per orang dalam jangka pendek

Jika kita memperluas cakupan lahan kita di atas dari penggunaan lahan subur menjadi total lahan pertanian (yang merupakan jumlah tanaman permanen dan padang rumput yang bisa ditanami), kita masih melihat penurunan keseluruhan lahan per orang namun dengan tingkat dan pola pengurangan yang berbeda. Secara keseluruhan, kami melihat bahwa lahan pertanian per orang lebih tinggi dibandingkan lahan garapan. Di tingkat global, penggunaan lahan pertanian per kapita kini kurang dari separuh nilainya pada tahun 1961.

Afrika khususnya telah mengalami penurunan drastis lahan pertanian per orang – yang kini kurang dari sepertiga lahan per kapita 50 tahun yang lalu. Amerika (Utara dan Selatan) dan Afrika memiliki penggunaan lahan pertanian per kapita yang lebih tinggi dibandingkan Eropa dan Asia.

Penggunaan lahan berdasarkan tanaman

Pada grafik di sini kita melihat luas penggunaan lahan global di bidang pertanian menurut jenis tanaman utama, dari tahun 1961 hingga 2014. Secara keseluruhan, kita melihat bahwa sebagian besar lahan subur kita digunakan untuk produksi sereal; luasnya telah meningkat dari sekitar 650 menjadi 720 juta hektar (luasnya kira-kira dua kali luas Jerman) selama periode ini. Total luas lahan yang digunakan untuk biji-bijian kasar kira-kira tetap konstan selama periode 50 tahun ini, dan merupakan penggunaan lahan subur ke-2 terbesar.

Peningkatan alokasi lahan yang paling dramatis terjadi pada produksi tanaman minyak. Total luas lahan yang digunakan untuk produksi tanaman minyak telah meningkat hampir 3 kali lipat sejak tahun 1961-- luasnya hanya sedikit dari luas Meksiko. Semua jenis tanaman lainnya hanya menempati kurang dari 100 juta hektar wilayah global.

Penggunaan lahan berdasarkan jenis makanan

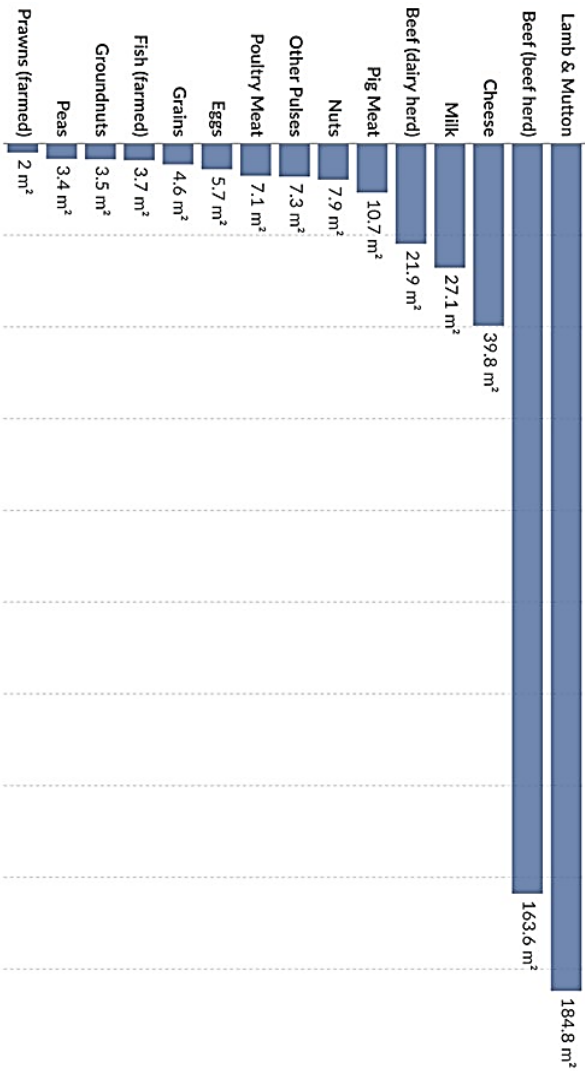
Jumlah lahan yang dibutuhkan untuk memproduksi pangan sangat bervariasi tergantung pada produknya--hal ini terutama berlaku ketika membedakan tanaman pangan dan produk hewani. Pada bagan di sini kami telah memetakan rata-

rata lahan yang dibutuhkan (terkadang disebut "jejak lahan") untuk memproduksi satu gram protein pada berbagai jenis makanan.

Pada skala terbawah, kita melihat bahwa tanaman sereal biasanya mempunyai dampak yang kecil terhadap lahan per unit protein (walaupun protein tersebut seringkali kekurangan beberapa asam amino esensial). Pada spektrum teratas kita menemukan produk daging, dengan kebutuhan lahan untuk daging sapi atau kambing hingga 100 kali lebih besar dibandingkan sereal. Namun, perlu diperhatikan perbedaan kebutuhan lahan untuk produk daging: unggas dan babi memiliki luas lahan 8-10 kali lebih rendah dibandingkan daging sapi. Hal ini berarti setiap orang dapat melakukan pengurangan besar terhadap dampak lingkungan dari pola makan mereka hanya dengan mengganti produk daging yang berdampak rendah dengan daging sapi atau daging kambing.

Land use per 100 grams of protein

Land use is measured in meters squared (m²) per 100 grams of protein across various food products.



Data source: Joseph Poore and Thomas Nemecek (2018). Additional calculations by Our World in Data. OurWorldInData.org/environmental-impacts-of-food | CC BY

Gratik 7.8 Land use per 100 grams of protein

Lahan subur dibutuhkan per unit produksi tanaman

Visualisasi ini menunjukkan indeks luas lahan subur yang dibutuhkan untuk menghasilkan agregat produksi tanaman yang setara, relatif terhadap luas lahan yang dibutuhkan pada tahun 1961, yaitu nilai pada tahun 1961 sama dengan 1,0. Misalnya, secara global pada tahun 2014, nilai indeksnya adalah 0,3; ini berarti hanya 30% dari luas lahan subur yang dibutuhkan untuk menghasilkan jumlah tanaman yang sama dibandingkan tahun 1961. 70% lebih sedikit lahan yang dibutuhkan.

Data ini dapat dilihat untuk negara dan wilayah lain dengan memilih 'tambahkan negara' pada grafik.

Indeks produksi tanaman (PIN) adalah jumlah komoditas tanaman yang diproduksi (setelah dikurangi jumlah yang digunakan sebagai benih dan pakan). Hal ini dipengaruhi oleh harga komoditas. FAO menjelaskan konstruksi PIN secara rinci di sini.

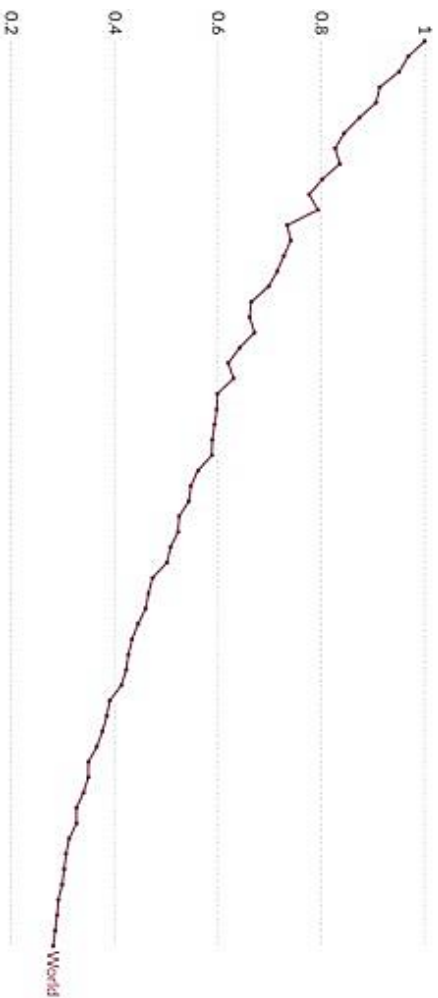
Ide bagan ini diambil dari Ausubel, Wernick, dan Wagoner (2013).¹³³ Para penulis menulis: Kombinasi teknologi pertanian meningkatkan hasil panen, menjaga tekanan pada luas lahan pertanian, dan menghemat lahan untuk alam.

Untuk melawan peningkatan populasi global dan kemakmuran orang tua dan pekerja, konsumen dan petani membatasi perluasan lahan subur dengan mengubah selera dan meningkatkan hasil panen. Penyusutan luas lahan pertanian yang terlihat dari fungsi indeks Produksi Tanaman sejak tahun 1990 memberikan dorongan bahwa petani akan terus menghemat lahan.

¹³³ Jesse H. Ausubel, Iddo K. Wernick, Paul E. Waggoner (2013) – *Peak Farmland and the Prospect for Land Sparing. Population and Development Review, Volume 38, Issue Supplement s1, pages 221–242, February 2013. DOI: 10.1111/j.1728- 4457.2013.00561.x. Online here.*

Arable land needed to produce a fixed quantity of crops, 1961 to 2020

Arable land needed to produce a fixed quantity of crops is calculated as arable land divided by the crop production index (PPI_N). The crop production index (PPI_N) here is the sum of crop commodities (minus crops used for animal feed), weighted by commodity prices. This is measured as an index relative to 1961 (where 1961 = 1).



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

OurWorldInData.org/land-use | CC BY

Grafik 7.9 Arable land to produce a quantity of crops 1960-2020

Definisi:

Kategori penggunaan lahan

Pembahasan berikut mengenai penggunaan lahan global (khususnya yang berkaitan dengan pertanian) mencakup sejumlah definisi dan kategori gabungan. Oleh karena itu, penting untuk memahami perbedaan antara terminologi penggunaan lahan; misalnya definisi "tanah subur" versus "tanah pertanian". Untuk memberikan kejelasan mengenai definisi yang digunakan di sini (dan terminologi umum dalam literatur), kami telah memvisualisasikan kategori dan pengelompokan penggunaan lahan dalam bagan yang ditunjukkan di sini. Juga ditampilkan definisi masing-masing. Pengelompokan dan definisi yang ditunjukkan di bawah ini didasarkan pada Organisasi Pangan dan Pertanian PBB (FAO) dan oleh karena itu harus konsisten dengan sebagian besar sumber data internasional.

Definisi penggunaan lahan pertanian

Luas Daratan Dunia adalah 13,003 juta ha. 4,889 juta ha diklasifikasikan sebagai 'kawasan pertanian' oleh FAO (ini adalah 37,6% dari Luas Daratan).

Penggunaan kawasan pertanian dibagi menjadi 3 kategori: lahan subur (28% dari luas pertanian global), tanaman permanen (3%) dan padang rumput dan padang rumput permanen (69%) yang merupakan bagian terbesar dari kawasan pertanian dunia.¹³⁴

Apa arti dari kata-kata ini?

Area pertanian adalah jumlah lahan subur, tanaman permanen, padang rumput permanen, dan padang rumput. Definisi FAO untuk lahan garapan adalah lahan untuk tanaman pertanian sementara (daerah yang ditanami banyak hanya dihitung satu kali), padang rumput sementara untuk dipotong

¹³⁴ *These numbers are taken from FAO (2013) – Statistical Yearbook. Table 4. Online here. For comparison: The area of the USA, Canada and China are all short of 1,000 million ha (USA 963 million ha, China 932 million ha, Canada 909 million ha).*

atau digembalakan, lahan untuk kebun pasar dan dapur, serta lahan untuk sementara (kurang dari lima tahun). Lahan terlantar akibat perladangan berpindah tidak termasuk dalam kategori ini. Data untuk —Tanah garapanI tidak dimaksudkan untuk menunjukkan jumlah lahan yang berpotensi untuk ditanami.¹³⁵

Sumber yang sama mendefinisikan tanaman permanen sebagai berikut: 'Tanaman permanen dibagi menjadi tanaman sementara dan tanaman permanen. Tanaman permanen ditanam atau ditanam satu kali, kemudian menempati lahan tersebut selama beberapa tahun dan tidak perlu ditanam kembali setelah setiap panen tahunan, seperti kakao, kopi, dan karet. Kategori ini mencakup semak berbunga, pohon buah-buahan, pohon kacang-kacangan dan tanaman merambat, namun tidak termasuk pohon yang ditanam untuk kayu atau kayu. Dan lagi dari sumber yang sama definisi padang rumput permanen dan padang rumput adalah 'lahan yang digunakan secara permanen (lima tahun atau lebih) untuk menanam tanaman hijauan herba, baik yang dibudidayakan atau ditanam secara liar (padang rumput liar atau lahan penggembalaan).'

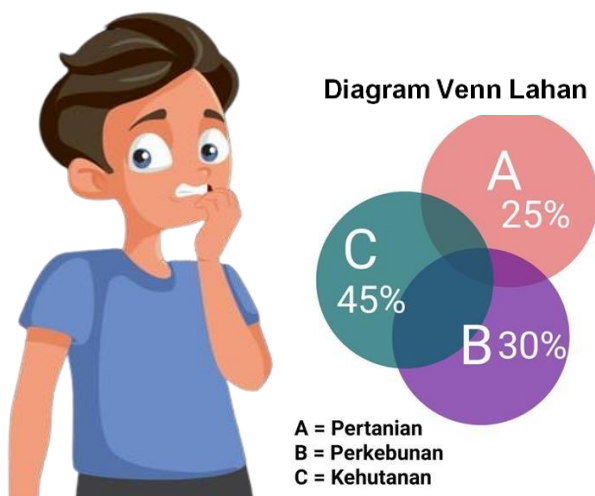
Definisi FAO untuk lahan kosong adalah 'lahan budidaya yang tidak ditanami benih selama satu atau lebih musim tanam. Masa menganggur maksimum biasanya kurang dari lima tahun.'

¹³⁵ *This is the definition given by the UN's Food and Agricultural Organization (FAO) in their glossary that is online here.*

BAB

8

LAHAN PERTANIAN, PERKEBUNAN & HUTAN



Gambar 8.1 Cemas dengan Diagram Venn Lahan

Berdasarkan gambar 8.1. diatas itu menunjukkan kecemasan anak muda terhadap gambaran Diagram Ven Lahan A = Pertanian yang hanya 25%, B = Perkebunan 30% dan C = Hutan 45% dari bumi Indonesia. Tentunya kecemasan itu punya alasan sebagai berikut:

A = Pertanian 25% lahan yang ada maka untuk memenuhi pangan bahan pokok Padi, Jagung, Sagu itu sangatlah kurang maka pertanian menjadi suram. Akibatnya produksi beras tidak mencukupi dan ini berdampak langsung pada impor beras yang tertinggi dalam tahun 2023 sebanyak 3,5 Juta ton beras.

B = Perkebunan 30 % lahan yang ada maka untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri pun juga kurang mencukupi dan pemilik lahan perkebunan bukan dimiliki rakyat petani, tetapi korporasi atau Perseroan Terbatas pemilik modal. Rakyatpun menjadi tidak sejahtera.

C = Hutan 45% lahan dan itu banyak dimiliki pemilik korporasi atau pemilik modal bukan dimiliki oleh rakyat biasa. Rakyat hanyalah penggarap tanah di hutan yang sangat kecil luasnya.

Maka dari gambaran itu semua rakyat kecil khususnya petani, pekebun tidaklah pihak yang diuntungkan. Petani dan Pekerja kebun tetaplah hanya buruh bukan pemilik modal. Hidup mereka tetap tidak sejahtera. Pada bab ini kita akan bahas bagaimana lahan pertanian, perkebunan dan hutan di Indonesia.

A. Pertanian

Pertanian adalah tindakan manusia dalam menggunakan sumber daya alam untuk menciptakan makanan, bahan industri, dan energi, serta merawat lingkungan.¹³⁶ Biasanya, orang mengerti pertanian sebagai proses menanam tanaman, memelihara hewan ternak, dan menggunakan sumber daya hayati lainnya seperti mikroorganisme dan bioenzim untuk membuat produk seperti keju dan tempe, atau untuk kegiatan seperti penangkapan ikan atau eksploitasi hutan.

Di Indonesia, pertanian berperan penting dalam ekonomi negara. Meskipun kontribusi pertanian terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional cenderung menurun, sektor ini masih menjadi sumber pendapatan utama bagi banyak keluarga di Indonesia. Pada tahun 2022, pertanian (bersama dengan kehutanan dan perikanan) berkontribusi sebesar 12,4% terhadap

¹³⁶ *Safety and health in agriculture. International Labour Organization. 1999. ISBN 978-92-2-111517-5. Diakses tanggal 13 September 2010.*

PDB nasional,¹³⁷ setara dengan sekitar 2,43 kuadriliun rupiah.¹³⁸ Persentase ini menurun dibandingkan dengan data tahun 2013 (14,43%) dan tahun 2003 (15,19%).¹³⁹ Pada tahun 2022, sebanyak 38,7 juta orang bekerja pada sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan.¹⁴⁰ Jumlah pekerja pada tahun 2012 adalah 49 juta orang, yang mewakili 41 persen dari total angkatan kerja di negara ini.¹⁴¹ Pada tahun 2018, sebanyak 31,2% lahan Indonesia digunakan sebagai lahan pertanian.¹⁴² Sektor pertanian Indonesia ditinjau dan diatur oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Secara umum, sektor pertanian di Indonesia terbagi menjadi dua kategori berdasarkan ukuran lahan, yaitu perkebunan besar yang dimiliki oleh negara atau perusahaan swasta, serta produksi petani kecil yang sebagian besar dilakukan oleh rumah tangga dengan metode pertanian tradisional. Perkebunan besar biasanya mengutamakan komoditas ekspor seperti minyak sawit dan karet, sementara petani kecil fokus pada komoditas hortikultura untuk memenuhi kebutuhan makanan lokal dan regional, seperti beras, kedelai, jagung, buah-buahan, dan sayuran.¹⁴³

¹³⁷ "Indonesia: GDP share by sector 2022". Statista (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.

¹³⁸ "Indonesia: GDP from agriculture, forestry, and fishing 2022". Statista (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.

¹³⁹ Suryowati, Estu (12 August 2014). Djumena, Erlangga, ed. "Satu Dekade, Kontribusi Pertanian terhadap PDB Menurun". Kompas.com (dalam bahasa Indonesian).

¹⁴⁰ "Indonesia: employment numbers by sector 2022". Statista (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.

¹⁴¹ "Pertanian di Indonesia (Agriculture in Indonesia)". Indonesia Investments. Diakses tanggal 5 December 2015.

¹⁴² "Indonesia Land use - Geography". www.indexmundi.com (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.

¹⁴³ "Pertanian di Indonesia (Agriculture in Indonesia)". Indonesia Investments. Diakses tanggal 5 December 2015.

Indonesia, berada di wilayah tropis, mengalami curah hujan yang tinggi dan sinar matahari hampir sepanjang tahun, faktor- faktor kunci bagi pertanian. Sebagian besar komoditas pertanian global dapat tumbuh subur di Indonesia. Tanah subur yang melimpah membuat Indonesia menjadi salah satu penghasil utama berbagai produk pertanian tropis. Komoditas pertanian yang signifikan di Indonesia mencakup minyak sawit, karet alam, kakao, kopi, teh, singkong, beras, dan rempah-rempah tropis.¹⁴⁴



Gambar 8.2 Pertanian Klasik di Indonesia

Bagian terbesar penduduk dunia bermata pencaharian dalam bidang-bidang di lingkup pertanian, namun pertanian hanya menyumbang 4% dari PDB dunia.¹⁴⁵

Kelompok studi bidang pertanian menginvestigasi aktivitas pertanian dengan dukungan dari berbagai disiplin ilmu yang mendukungnya. Karena pertanian sangat dipengaruhi oleh faktor- faktor geografis dan waktu, ilmu-ilmu seperti ilmu tanah, meteorologi, teknik pertanian, biokimia, dan statistika juga dipertimbangkan dalam kajian pertanian. Usaha tani merupakan bagian sentral dari aktivitas pertanian karena mencakup serangkaian kegiatan yang terlibat dalam budidaya.

¹⁴⁴ Simbolon, Johannes (November 14, 2010). "The rise of agriculture and Indonesia's future". Jakarta. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2015-12-10. Diakses tanggal 7 December 2015.

¹⁴⁵ Harahap, Fitra Syawal (2021). *Dasar-dasar Agronomi Pertanian*. Mitra Cendekia Media. hlm. 2. ISBN 9786236957851.

"Petani" adalah istilah yang diberikan kepada individu yang melakukan usaha tani, seperti "petani tembakau" atau "petani ikan". Sementara itu, orang yang terlibat dalam budidaya hewan ternak secara khusus disebut sebagai peternak.

Pertanian dalam pengertian yang luas mencakup semua kegiatan yang melibatkan pemanfaatan makhluk hidup (termasuk tanaman, hewan, dan mikrobia) untuk kepentingan manusia.¹⁴⁶ Dalam arti sempit, pertanian diartikan sebagai kegiatan pembudidayaan tanaman.

Bidang pertanian memiliki subkategori yang spesifik sesuai dengan subjek usaha tani. Kehutanan, misalnya, fokus pada budidaya tanaman, terutama pohon, di lahan yang berada di lingkungan setengah liar atau liar seperti hutan. Peternakan berkaitan dengan pemeliharaan hewan darat kering (kecuali ikan dan amfibia) atau serangga seperti lebah. Sementara itu, perikanan mencakup pemeliharaan hewan perairan, termasuk amfibia dan semua makhluk air non-vertebrata. Dalam prakteknya, usaha pertanian dapat menggabungkan berbagai subjek ini untuk meningkatkan efisiensi dan profitabilitas, dengan memperhatikan juga keberlanjutan lingkungan serta konservasi sumber daya alam.

Segala aktivitas pertanian pada dasarnya merupakan kegiatan ekonomi, membutuhkan pengetahuan yang sama mengenai manajemen lokasi usaha, pemilihan benih/bibit, teknik budidaya, panen, distribusi, pengolahan, pengemasan, dan pemasaran produk. Jika seorang petani mempertimbangkan semua aspek ini dengan fokus pada efisiensi untuk mencapai keuntungan optimal, maka ia menerapkan praktik pertanian yang intensif. Pendekatan pertanian yang dipandang dari perspektif ini dikenal sebagai agribisnis. Program dan kebijakan yang mendorong praktik pertanian semacam ini disebut intensifikasi. Karena pertanian industri umumnya menganut

¹⁴⁶ Lamangida, Saiman (2021). "Dekan Hadiri Penanda Tangan Implementasi Kerjasama Jurusan Peternakan Dengan Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo". *ung.ac.id*. Diakses tanggal 2022-01-04. [pranala nonaktif permanen]

pendekatan intensif, kedua konsep tersebut sering kali dianggap sama.

Aspek dari industri pertanian yang memperhatikan dampak lingkungan dikenal sebagai pertanian berkelanjutan. Dalam konsep pertanian berkelanjutan, termasuk variasinya seperti pertanian organik atau permakultur, penting untuk memperhitungkan keberlanjutan lahan dan lingkungan serta pengetahuan lokal sebagai bagian integral dari efisiensi. Dampaknya, hasil yang diperoleh dari pertanian berkelanjutan umumnya lebih rendah daripada hasil dari pertanian industri.

Pertanian modern saat ini umumnya mengadopsi elemen-elemen dari kedua pendekatan pertanian yang disebutkan sebelumnya. Selain itu, dikenal juga model pertanian ekstensif (dikenal juga sebagai pertanian masukan rendah), yang dalam bentuk paling ekstremnya dan secara tradisional dikenal sebagai pertanian subsisten, yaitu pertanian yang dilakukan tanpa tujuan komersial, hanya untuk memenuhi kebutuhan sendiri atau komunitas setempat.

Sebagai kegiatan ekonomi, pertanian memiliki dua aspek utama: selalu melibatkan produksi dalam skala besar dan memiliki risiko yang cukup tinggi. Dua karakteristik ini timbul karena pertanian melibatkan makhluk hidup dalam berbagai tahapnya dan memerlukan ruang serta waktu yang signifikan dalam proses produksinya. Meskipun beberapa bentuk pertanian modern seperti budidaya alga atau hidroponik telah berhasil mengurangi beberapa aspek dari ciri-ciri ini, sebagian besar usaha pertanian di seluruh dunia masih tetap mempertahankan karakteristik tersebut.

1. Pertanian Modern

Pertanian abad ke-20 ditandai oleh peningkatan produksi, penggunaan bahan kimia seperti pupuk dan pestisida, pembiakan selektif, mekanisasi, polusi air, dan subsidi. Pendukung pertanian organik seperti Sir Albert Howard mengkritik penggunaan berlebihan pestisida dan pupuk sintetis karena dapat merusak kesuburan tanah dalam jangka panjang. Pemikiran ini berlangsung selama beberapa

dekade, sampai meningkatnya kesadaran lingkungan di awal abad ke-21 yang mendorong pertumbuhan gerakan pertanian berkelanjutan.

Sejak tahun 1990-an, muncul perlawanan terhadap dampak lingkungan dari pertanian konvensional, terutama terkait pencemaran air,¹⁴⁷ yang mendorong pertumbuhan gerakan organik. Salah satu pendorong utama gerakan ini adalah sertifikasi pertama bahan pangan organik di dunia oleh Uni Eropa pada 1991, yang memicu reformasi Kebijakan Pertanian Bersama Uni Eropa pada 2005.¹⁴⁸ Pertumbuhan pertanian organik mendorong penelitian teknologi alternatif seperti manajemen hama terpadu dan pembiakan selektif. Namun, penggunaan bahan pangan termodifikasi secara genetik tetap menjadi tren teknologi terbaru yang umum digunakan.

Pada akhir tahun 2007, beberapa faktor mendorong kenaikan harga biji-bijian yang digunakan sebagai pakan hewan dan makanan manusia. Ini menyebabkan kenaikan harga gandum (hingga 58%), kedelai (hingga 32%), dan jagung (hingga 11%) dalam satu tahun. Faktor utama termasuk peningkatan permintaan biji-bijian sebagai pakan ternak di Cina dan India, serta konversi biji-bijian menjadi bahan bakar nabati.¹⁴⁹ Hal ini menyebabkan protes dan demonstrasi menuntut penurunan harga pangan. International Fund for Agricultural Development menyarankan peningkatan pertanian skala kecil sebagai

¹⁴⁷ Scheierling, Susanne M. (1995). "Overcoming agricultural pollution of water : the challenge of integrating agricultural and environmental policies in the European Union, Volume 1". The World Bank. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-06-05. Diakses tanggal 2013-04-15.

¹⁴⁸ "CAP Reform". European Commission. 2003. Diakses tanggal 2013-04-15.

¹⁴⁹ McMullen, Alia (7 January 2008). "Forget oil, the new global crisis is food". Financial Post. Toronto. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-11-13. Diakses tanggal 2013-11-13.

solusi untuk meningkatkan suplai dan ketahanan pangan.¹⁵⁰ Visi mereka terinspirasi dari kemajuan Vietnam yang berubah dari negara pengimpor makanan menjadi pengekspor makanan, serta berhasil mengurangi tingkat kemiskinan secara signifikan melalui peningkatan jumlah dan volume usaha pertanian skala kecil di negara mereka.¹⁵¹

Epidemi fungi *Puccinia graminis* menyerang tanaman gandum di Afrika dan Asia, dengan perkiraan 40% lahan pertanian mengalami degradasi serius. Di Afrika, degradasi tanah yang berkelanjutan dapat mengakibatkan hanya 25% populasi dapat diberi makan oleh lahan tersebut.¹⁵²

Pada 2009, China adalah produsen hasil pertanian terbesar di dunia, diikuti oleh Uni Eropa, India, dan Amerika Serikat, menurut IMF. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa Amerika Serikat saat ini memiliki produktivitas pertanian 1.7 kali lebih tinggi daripada pada tahun 1948.¹⁵³

Enam negara termasuk Amerika Serikat, Kanada, Prancis, Australia, Argentina, dan Thailand, menyumbang 90% dari pasokan biji-bijian bahan pangan yang diperdagangkan secara global.¹⁵⁴ Defisit air yang meningkat telah mendorong peningkatan impor biji-bijian di berbagai

¹⁵⁰ Borger, Julian (26 February 2008). "Feed the world? We are fighting a losing battle, UN admits", *The Guardian* (London).

¹⁵¹ "Food prices: smallholder farmers can be part of the solution". International Fund for Agricultural Development. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-05-05. Diakses tanggal 2013-04-24.

¹⁵² "Africa may be able to feed only 25% of its population by 2025", *mongabay.com*, 14 December 2006.

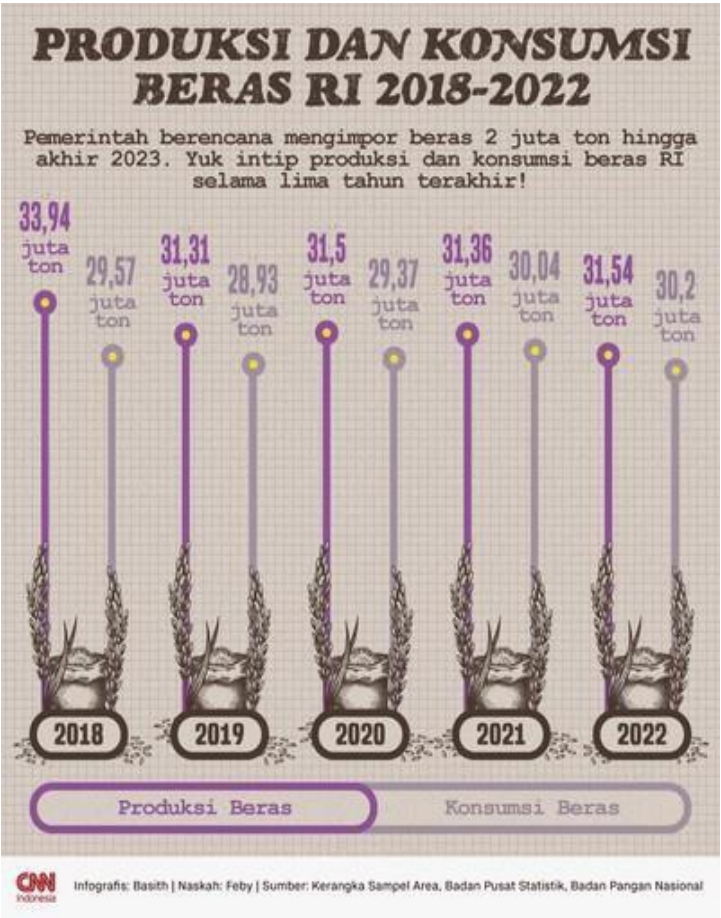
¹⁵³ "Agricultural Productivity in the United States". USDA Economic Research Service. 5 July 2012. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-02-01. Diakses tanggal 2013-04-22.

¹⁵⁴ Brown, Lester R. "Global Water Shortages May Lead to Food Shortages-Aquifer Depletion". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2010-07-24. Diakses tanggal 2013-11-13.

negara berkembang, dan dapat juga terjadi di negara-negara besar seperti China dan India.¹⁵⁵

2. Produksi Padi/ Beras

Berikut data produksi dan konsumsi beras RI selama lima tahun terakhir.



Grafik 8.1 Produksi dan Konsumsi Beras RI 2018-2022 (CNN Indonesia)

¹⁵⁵ "India grows a grain crisis". Asia Times (Hong Kong). 21 July 2006. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2018-02-21. Diakses tanggal 2013-11-13.

Pemerintah berencana mengimpor beras 2 juta ton hingga akhir 2023. Hal itu dilakukan untuk menjaga cadangan beras pemerintah dan menjaga stabilitas harga.



Grafik 8.2 Luas Panen dan Produksi Padi 2023 (BPS -2023)¹⁵⁶

¹⁵⁶ Laporan Data BPS 2023 diolah

Pada 2023, luas panen padi mencapai sekitar 10,21 juta hektare dengan produksi padi sebesar 53,98 juta ton gabah kering giling (GKG). Jika dikonversikan menjadi beras untuk konsumsi pangan penduduk, maka produksi beras pada 2023 mencapai 31,10 juta ton. Ini penting karena guna memenuhi kebutuhan konsumsi beras nasional sebanyak 2,5 juta ton per bulan, setidaknya total luas tanam kita harus ada 1 juta hektar.

Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS), volume produksi padi Indonesia mencapai 53,98 juta ton gabah kering giling (GKG) pada 2023, turun 1,4% dibanding 2022 (year-on-year/yoy).¹⁵⁷

Pada 2023 Jawa Timur menjadi provinsi penghasil padi terbesar, dengan volume produksi 9,71 juta ton GKG atau 17,99% dari total produksi padi nasional.



Grafik 8.3 10 Provinsi Produksi Padi Terbesar (Databoks.id)

¹⁵⁷ Laporan Data BPS 2023 diolah

Sementara produksi padi paling rendah berada di Papua Pegunungan yang hanya 62 ton GKG, diikuti Kepulauan Riau dan Papua Barat Daya dengan produksi masing-masing 324 ton GKG dan 2,39 ribu ton GKG.



Grafik 8.4 Produksi Beras menurun (Databoks.id)

Menurut data United States Department of Agriculture (USDA), pada musim panen 2022/2023 volume produksi beras global mencapai 512,96 juta metrik ton.¹⁵⁸ Capaian itu turun 0,03% dibanding produksi musim panen tahun sebelumnya (year-on-year/ yoy) yang mencapai 513,1 juta metrik ton pada 2021/2022. Kendati begitu, penurunan produksi beras tidak terjadi secara merata di semua negara.

Di Mesir, misalnya. Pada musim panen 2022/2023 volume produksi mereka justru melonjak 24,14% (yoy). Kenaikan produksi beras juga terjadi di Thailand, India, Kamboja, Nigeria, Bangladesh, Vietnam, dan Filipina. Sementara Indonesia masuk ke kelompok negara yang produksi berasnya turun. Menurut data USDA, pada musim

¹⁵⁸ United States Department of Agriculture (USDA) 2023

panen 2022/2023 volume produksi beras Indonesia berkurang 1,16% (yoy) menjadi 34 juta metrik ton.



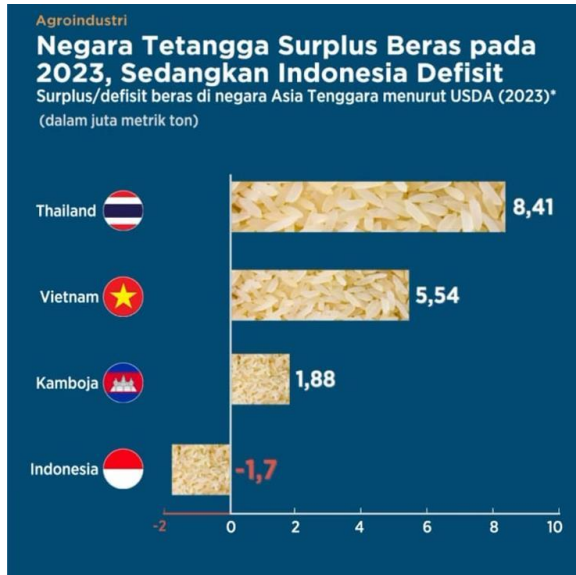
Grafik 8.5 Volume Konsumsi Beras (Databoks.id)

Berdasarkan laporan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA), produksi beras global mencapai 507,4 juta metrik ton pada musim 2022/2023. Sementara untuk konsumsi beras global mencapai 521,37 juta metrik ton pada periode yang sama.

Jumlah konsumsi tersebut meningkat sebesar 2,7 metrik ton, dari periode sebelumnya yang tercatat sebanyak 518,6 juta metrik ton pada 2021/2022. Indonesia jadi negara dengan konsumsi beras global terbesar keempat di dunia, yang konsumsinya mencapai 35,3 juta metrik ton sepanjang tahun lalu. Angka volume konsumsi beras tersebut konsisten dari konsumsi masyarakat Indonesia pada periode sebelumnya.

Dari daftar 10 besar negara dengan konsumsi beras tertinggi, semuanya diisi oleh negara-negara di Asia. Adapun negara dengan konsumsi beras terbesar di dunia diraih oleh Tiongkok yang sebesar 154,94 juta metrik ton. Tiongkok sendiri tercatat jadi produsen beras terbesar global yang volumenya mencapai 145,94 juta metrik ton pada 2022/2023.

Kemudian peringkat berikutnya diikuti oleh India dan Bangladesh dengan konsumsi beras masing-masing sebesar 112,5 juta metrik ton dan 37,6 juta metrik ton. Sisanya, terlampir pada gambar 8.7. diatas.



Grafik 8.6 Negara Tetangga Surplus Beras (Databoks.id)

Menurut data United States Department of Agriculture (USDA), sejumlah negara Asia Tenggara meraih surplus beras pada 2023. Surplus ini terlihat dari angka produksi beras yang lebih tinggi ketimbang konsumsinya.

Surplus terbesar diraih Thailand, yang memproduksi beras 20,9 juta metrik ton, sedangkan konsumsinya 12,5 juta metrik ton. Sehingga, Thailand memiliki surplus beras sekitar 8,4 juta metrik ton.

Surplus serupa diraih oleh Vietnam dan Kamboja. Sementara itu, Indonesia menjadi satu-satunya negara Asia Tenggara dalam basis data USDA yang produksi berasnya lebih rendah dibanding konsumsi, atau mengalami defisit.

Menurut USDA, pada 2023 produksi beras Indonesia mencapai 34 juta metrik ton, sedangkan konsumsinya 35,7 juta metrik ton, sehingga ada defisit sekitar 1,7 juta metrik

ton.¹⁵⁹ Dari data data diatas maka pertanian di Indonesia perlu mendapatkan perhatian agar dapat memenuhi pangan dalam negeri dan tidak mengimpor beras lagi di tahun tahun mendatang.

Oleh karena itu diperlukan riset penelitian yang intensif dan comprehensive untuk mengetahui permasalahan pertanian khususnya beras.

Saran Tema terkait penelitian misalnya:

- a. Analisis penurunan produksi beras dari tahun ke tahun di Indonesia.
- b. Analisis pertanian padi di Indonesia
- c. Hambatan pertanian padi di Indonesia
- d. Tema lainnya

B. Perkebunan

Perkebunan adalah segala kegiatan yang mengusahakan tanaman tertentu pada tanah dan/atau media tumbuh lainnya dalam ekosistem yang sesuai; mengolah, dan memasarkan barang dan jasa hasil tanaman tersebut, dengan bantuan ilmu pengetahuan dan teknologi, permodalan serta manajemen untuk mewujudkan kesejahteraan bagi pelaku usaha perkebunan dan masyarakat.¹⁶⁰ Tanaman yang ditanam tidak termasuk dalam kategori tanaman makanan utama atau sayuran, sehingga dibedakan dari aktivitas pertanian ladang dan budidaya sayur dan bunga. Meskipun demikian, penanaman pohon buah masih termasuk dalam aktivitas perkebunan. Tanaman yang ditanam biasanya memiliki ukuran besar dan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk tumbuh, berkisar dari kurang dari satu tahun hingga beberapa tahun.

Perkebunan dibedakan dari agroforestri dan silvikultur karena cenderung bersifat intensif. Dalam perkebunan, pemeliharaan tanaman menjadi hal yang penting; sementara dalam agroforestri dan silvikultur, tanaman biasanya dibiarkan

¹⁵⁹ United States Department of Agriculture (USDA) 2023

¹⁶⁰ UU No 18 Tahun 2004 mengenai Perkebunan. Diakses 15 September 2023

tumbuh sesuai dengan kondisi alam. Karena intensitasnya, perkebunan umumnya menerapkan pola budidaya monokultur, kecuali untuk beberapa komoditas spesifik seperti lada dan vanili. Ciri tambahan yang tidak selalu ada adalah adanya fasilitas pengolahan atau pengemasan untuk hasil panen dari perkebunan sebelum produknya dipasarkan. Perbedaan perkebunan dengan usaha tani pekarangan terutama terletak pada skala usaha dan pasar produknya.

Ukuran perkebunan sangat bervariasi dan ditentukan oleh jumlah komoditas yang dihasilkan. Namun, untuk memastikan keuntungan melalui sistem produksi yang diterapkan, setiap perkebunan membutuhkan luas minimum tertentu. Kepemilikan lahan tidak selalu menjadi persyaratan utama dalam perkebunan, sehingga beberapa komoditas mengadopsi sistem sewa lahan atau kemitraan usaha, seperti yang terjadi dalam konsep Perkebunan Inti Rakyat (PIR).

Saat ini, Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit yang sangat besar, menjadikannya sebagai pemasok terbesar minyak sawit di dunia.



Gambar 8.3 Lahan Sawit

Indonesia adalah penghasil terbesar di dunia dari minyak sawit,¹⁶¹ cengkih,¹⁶² dan kayu manis,¹⁶³ penghasil terbesar kedua dari pala,¹⁶⁴ karet alam,¹⁶⁵ singkong,¹⁶⁶ vanili,¹⁶⁷ dan minyak kelapa,¹⁶⁸ penghasil terbesar ketiga dari beras¹⁶⁹ dan kakao,¹⁷⁰ penghasil kopi keempat terbesar,¹⁷¹ produsen tembakau terbesar kelima,¹⁷² dan produsen teh terbesar keenam.¹⁷³

¹⁶¹ "Palm Oil Production by Country in 1000 MT". *Index Mundi*.

¹⁶² "Top Production, Cloves, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁶³ "Top Production, Cinnamon (canella), 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁶⁴ "Top Production, Nutmeg, mace and cardamoms, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁶⁵ "Top Production, Rubber, natural, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁶⁶ "Top Production, Cassava, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁶⁷ "Top Production, Vanilla, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁶⁸ "Coconut Oil Production by Country in 1000 MT". *Index Mundi*.

¹⁶⁹ "Top Production, Rice Paddy, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

¹⁷⁰ "Top 10 Cocoa Producing Countries". *World Atlas*.

¹⁷¹ "Top 10 Coffee Producing Countries (2014)". *World Atlas*. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2015-12-05. Diakses tanggal 2018-03-11.

¹⁷² "Leading 10 tobacco producing countries worldwide in 2013 (in 1,000 metric tons)". *Statista*.

¹⁷³ "The Worlds Top 10 Tea Producing Nations". *World Atlas*.



Gambar 8.4 10 negara Tujuan Utama Ekspor Minyak Sawit

Menurut laporan Statistik Indonesia terbaru, volume ekspor minyak kelapa sawit nasional pada 2023 mencapai 27,49 juta ton, dengan nilai US\$23,97 miliar.¹⁷⁴

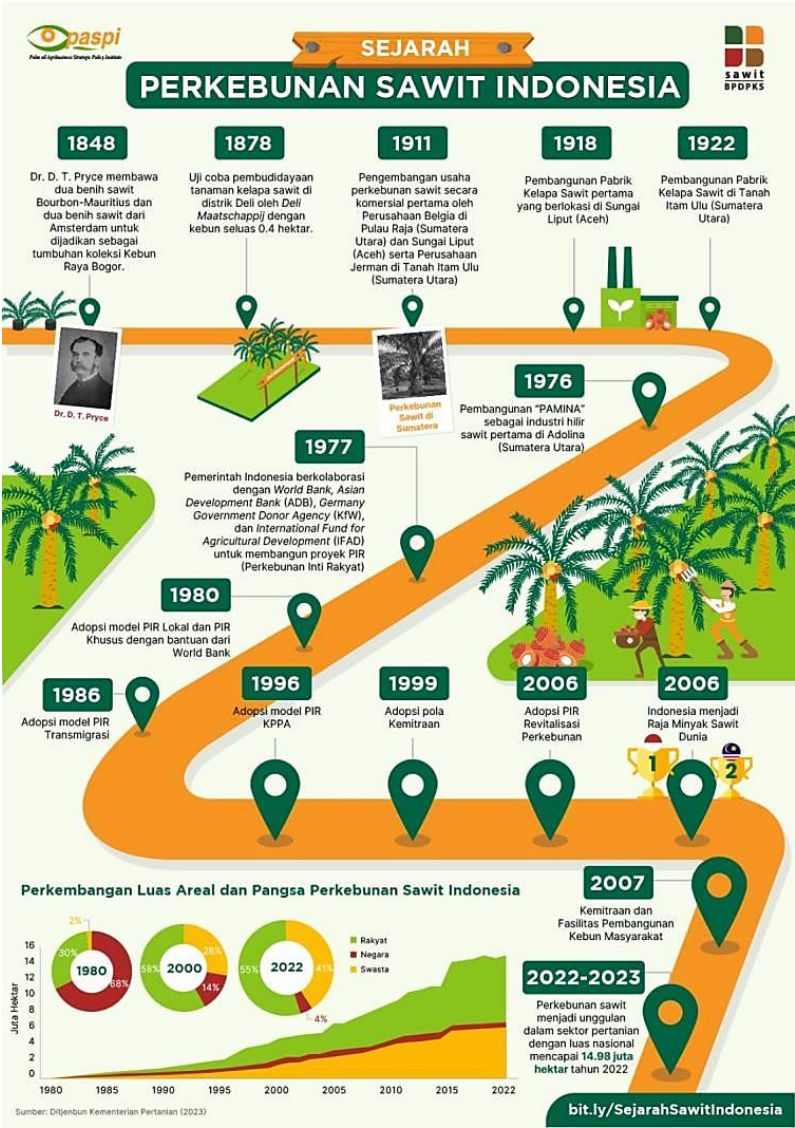
Sepanjang 2023 India menjadi negara tujuan utama ekspor minyak kelapa sawit Indonesia, dengan volume 5,4 juta ton atau 19,65% dari total ekspor nasional. Nilai ekspornya mencapai US\$4,51 miliar.

Negara tujuan ekspor minyak kelapa sawit terbesar berikutnya adalah Cina dengan volume 4,82 juta ton (nilai US\$4,1 miliar). Kemudian ekspor ke Pakistan 2,5 juta ton (nilai US\$2,17 miliar).

Selain 10 negara di atas, Indonesia juga mengekspor minyak kelapa sawit ke negara-negara lainnya dengan volume gabungan 9,01 juta ton (nilai US\$8,12 miliar).

¹⁷⁴ Laporan Data BPS 2023 diolah

1. Sejarah Perkebunan Sawit Indonesia



Gambar 8.5 Sejarah Perkebunan Sawit Indonesia

Awal Mula Sejarah Sawit Indonesia (1848)¹⁷⁵

Pada tahun 1848, kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) pertama kali diperkenalkan di Indonesia melalui penanaman empat bibit yang dibawa oleh Dr. D. T. Pryce dan ditanam di Kebun Raya Bogor. Bibit- bibit tersebut, yang awalnya merupakan koleksi tumbuhan, kemudian digunakan sebagai tanaman hias dan diuji di berbagai lokasi perkebunan tembakau di Deli, Sumatera Utara, serta pulau- pulau lainnya di Indonesia seperti Jawa, Sulawesi, Kalimantan, Nusa Tenggara, dan Maluku.

Sejarah Perkebunan Sawit Indonesia (1878 – 1911)

Pada tahun 1878, Deli Maatschappij memulai percobaan budidaya kelapa sawit di Deli, Sumatera Utara, sebagai langkah awal menuju perkebunan komersial. Usaha komersial perkebunan kelapa sawit di Indonesia diawali oleh perusahaan Belgia dan Jerman pada tahun 1911, dengan beroperasinya perkebunan di Pulau Raja (Asahan), Sungai Riput (Aceh), dan Tanah Itam Ulu (Sumatera Utara). Kesuksesan ini mendorong Perusahaan Belgia untuk memulai perkebunan kelapa sawit komersial pertamanya di Pulau Raja (Asahan) dan Sungai Riput (Aceh) pada tahun 1911, sementara perusahaan Jerman juga memulai usaha serupa di Tanah Itam Ulu (Sumatera Utara) pada tahun yang sama. Minat investor asing dalam industri perkebunan kelapa sawit semakin meningkat sehingga jumlahnya terus bertambah dari tahun ke tahun. Sebagai hasilnya, pada tahun 1918, didirikan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) pertama di Indonesia di Sungai Riput, dan di Tanah Itam Ulu pada tahun 1922.

¹⁷⁵<https://palmoilina.asia/berita-sawit/sejarah-perkebunan-sawit-indonesia/>

Industri Hilir Sawit Pertama Di Indonesia (1976)

Kelapa sawit tidak hanya diperlakukan dalam sektor hulu, namun juga memperluas manfaatnya hingga ke sektor hilir. Pada tahun 1976, dalam upaya untuk meningkatkan pemanfaatan dan nilai tambah minyak sawit dalam negeri, pemerintah Indonesia mendirikan industri hilir pertamanya, yaitu PAMINA, yang terletak di Adlina, Sumatera Utara.

Ini merupakan pencapaian signifikan karena PAMINA menjadi BUMN pertama di Indonesia dalam sektor tersebut. Sejak masa kolonial hingga Orde Lama, perkembangan perkebunan kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh dinamika politik Indonesia. Proses pengalihan kekuasaan dari pemerintah kolonial ke pemerintah Republik Indonesia juga mencakup nasionalisasi perkebunan yang sebelumnya dimiliki oleh perusahaan swasta kolonial dan asing, yang kemudian menjadi cikal bakal dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN).

Proyek NIS Atau PIR (1977)

Pada tahun 1977, pemerintah Indonesia berkolaborasi dengan World Bank, Asian Development Bank (ADB), KfW (Badan Donor Pemerintah Jerman), dan International Fund for Agricultural Development (IFAD) dalam mendirikan proyek NES (Nucleus Estate and Smallholders) atau PIR (Perkebunan Inti Rakyat).

PIR merupakan suatu model perkebunan kelapa sawit yang terbentuk melalui kerjasama antara petani dan perusahaan. Hasil positif dari uji coba PIR (I-IV) kemudian diperluas dan dikembangkan ke berbagai model atau pola di berbagai perkebunan kelapa sawit di Indonesia (Badrin, 2010; Sipayung, 2011; Kasryno, 2015; PASPI, 2022). Berikut adalah berbagai model PIR yang telah dikembangkan di Indonesia.

Pertama, pada tahun 1980 diperkenalkan pola "PIR Khusus" dan "PIR Lokal" sebagai bagian dari program yang merupakan kelanjutan dari proyek PIR yang didanai oleh

World Bank. Pola PIR khusus dan pola PIR lokal terkait dengan upaya pembangunan ekonomi lokal atau regional.

Kedua, sejak tahun 1986, Pola PIR Transmigrasi (PIR-Trans) telah dikembangkan dalam konteks program migrasi. PIR-Trans melibatkan kerjasama dengan perusahaan perkebunan baik milik negara maupun swasta sebagai inti, dengan masyarakat transmigran sebagai plasma.

Ketiga, pada tahun 1996 diperkenalkan Pola PIR Koperasi Primer Para Anggota (PIR-KPPA). Pola ini dirancang untuk menggabungkan pengembangan perkebunan kelapa sawit dan koperasi, dengan perusahaan perkebunan baik milik negara maupun swasta berperan sebagai inti, sementara petani kelapa sawit yang menjadi anggota koperasi berperan sebagai plasma.

Keempat, pola kemitraan yang mulai dikembangkan sejak tahun 1999, mengamanatkan bahwa perusahaan perkebunan kelapa sawit baik milik pemerintah maupun swasta harus menyediakan setidaknya 20 persen dari luas total perkebunan mereka untuk pengembangan kebun masyarakat. Model ini bisa melibatkan pengelolaan seluruh siklus perkebunan oleh perusahaan, atau dalam bentuk kerjasama BOT (Build, Operation, and Transfer) yang kemudian dialihkan kepada petani.

Kelima, Kebijakan Kemitraan Revitalisasi Perkebunan (Revit- Bun) yang dimulai sejak tahun 2006, memberikan fasilitas kredit (berupa subsidi bunga kredit) untuk pengembangan energi nabati dan penyegaran perkebunan.

Keenam, Kemitraan dan Kewajiban Korporasi untuk Membangun Kebun Masyarakat yang dimulai sejak tahun 2007 hingga saat ini. Program ini diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 26 Tahun 2007 dan Undang-Undang No. 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan.

Seiring perkembangannya, program ini juga menjadi fokus dalam UU Cipta Kerja, yang kemudian diimplementasikan melalui Peraturan Pemerintah No. 26

Tahun 2021 dan Peraturan Menteri Pertanian No. 18 Tahun 2021.

Industri Sawit Indonesia Mengalahkan Malaysia

Kebijakan penguatan dari pemerintah pusat dan daerah melalui desentralisasi, yang melibatkan berbagai model PIR dan kemitraan serta dukungan terhadap pengelolaan perizinan, telah berperan dalam percepatan pertumbuhan perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Pertumbuhan yang sangat cepat ini bahkan dianggap sebagai revolusi, mencapai tingkat yang dapat menandingi dampak positif revolusi hijau. Indonesia berhasil menggeser Malaysia dari posisi produsen minyak sawit terbesar di dunia pada tahun 2006. Hingga saat ini, Indonesia masih memegang posisi tersebut dengan luas kebun sawit mencapai 14.98 juta hektar pada tahun 2022 (Ditjenbun Kementan, 2022).

Partisipasi Rakyat di Industri Sawit Nasional

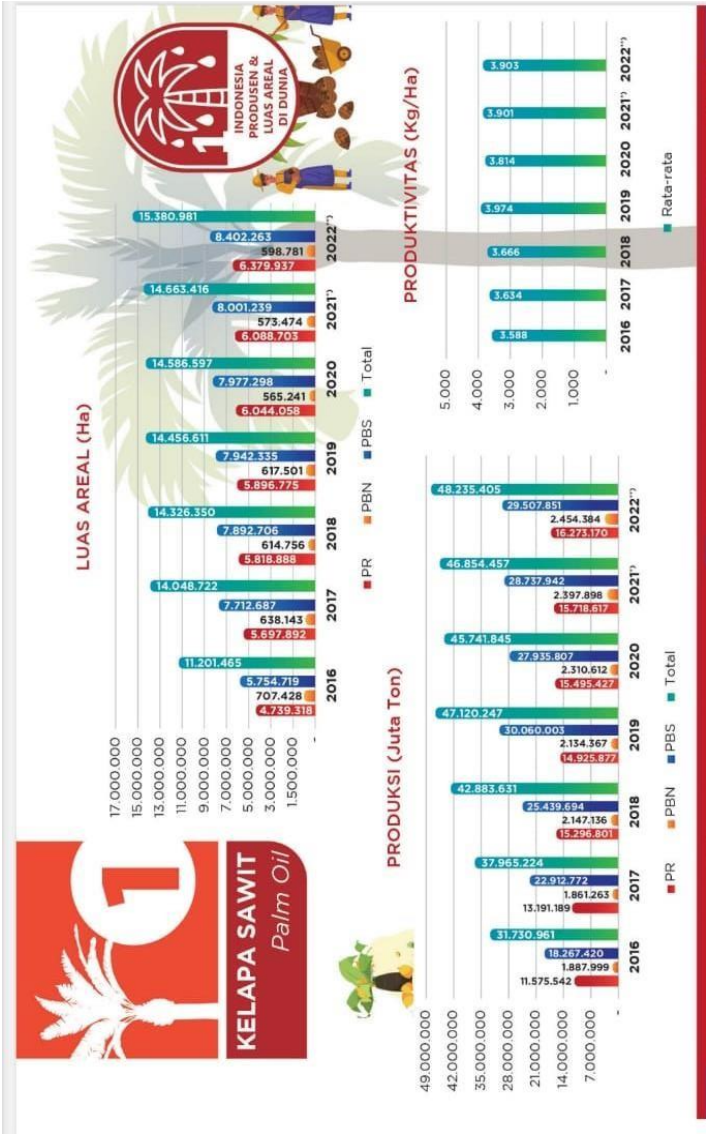
Selain membawa Indonesia ke puncak sebagai "Raja Minyak Sawit Dunia", fenomena menarik yang perlu dibahas adalah partisipasi petani dalam industri perkebunan sawit di Indonesia. Pada awal perkembangan industri ini, para ekonom global meragukan kemungkinan petani untuk terlibat dalam budidaya sawit karena membutuhkan investasi modal yang besar. Namun, melalui adopsi berbagai model PIR dan program pemerintah lainnya, petani telah berhasil dilibatkan dalam industri perkebunan sawit di Indonesia.

Keberhasilan petani sawit plasma yang mengadopsi model PIR/Kemitraan dengan korporasi juga telah menjadi dorongan bagi masyarakat lain untuk bergabung sebagai petani sawit. Di sisi lain, petani sawit swadaya memanfaatkan kemampuan dan sumber daya mereka sendiri untuk membangun kebun sawit. Akibatnya, jumlah perkebunan sawit rakyat semakin meluas, meningkat dari hanya sekitar 2 persen menjadi 40 persen secara signifikan.

Hari Sawit Nasional yang diperingati pada tanggal 18 November merupakan momen penting yang secara khusus ditetapkan untuk menghargai dan meningkatkan industri kelapa sawit Indonesia. Kelapa sawit yang dikenal sebagai —emas hijau, telah menjadi komoditas utama dan unggulan dalam perdagangan global dan memiliki dampak ekonomi yang signifikan khususnya bagi Indonesia. Bicara hari sawit, mari kita ulas bagaimana sejarah perkebunan sawit Indonesia.

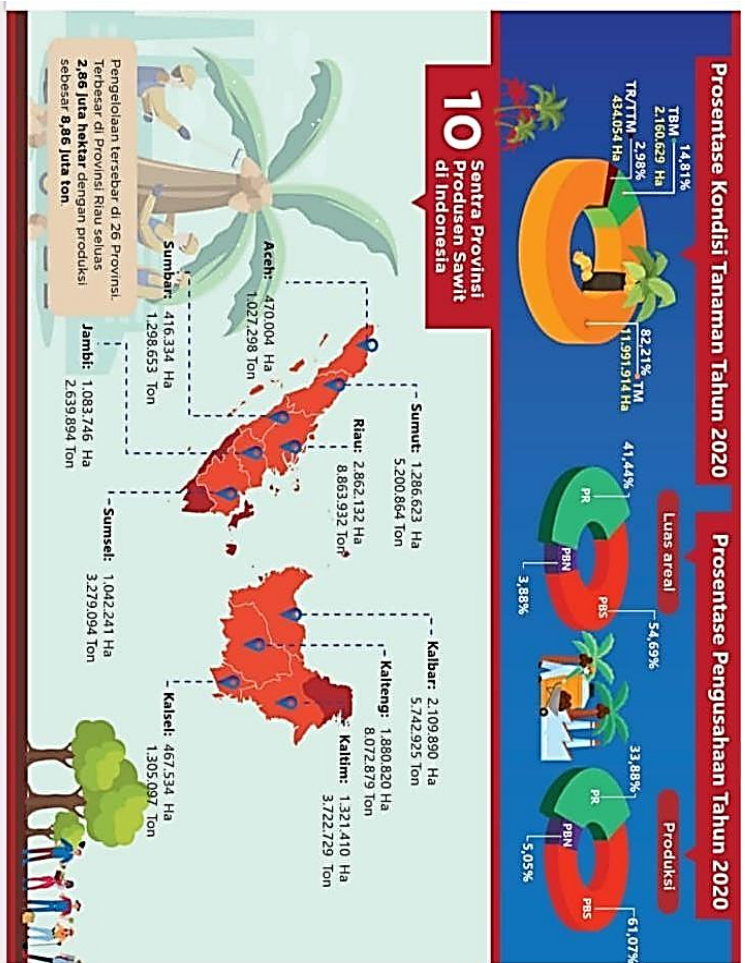
Berikut data tentang perkebunan di Indonesia:

a. Sawit¹⁷⁶



Grafik 8.7 Luas Areal Sawit (Ha)

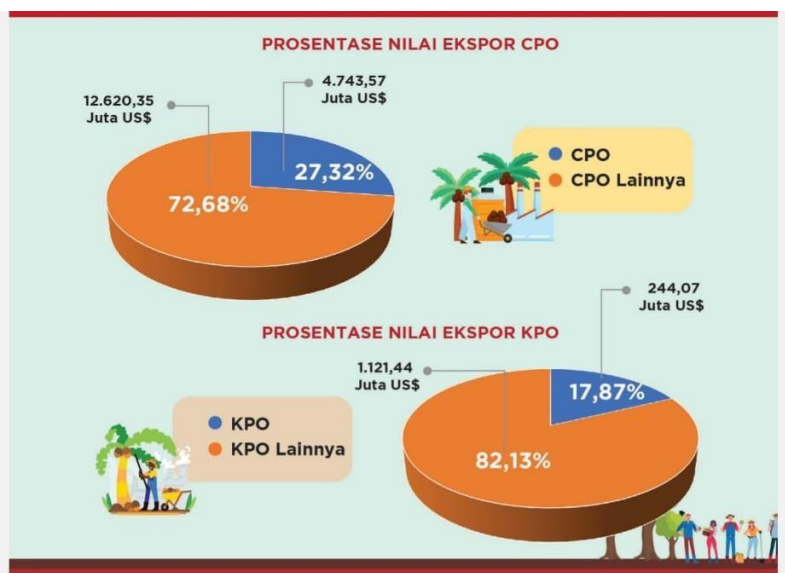
¹⁷⁶ Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022



Grafik 8.8 Prosentase Kondisi Tanaman Sawit



Grafik 8.9 Neraca perdagangan Sawit dan Negara Tujuan Ekspor



Grafik 8.10 Prosentase Nilai Ekspor CPO

Fakta Mengenai Minyak Kelapa Sawit¹⁷⁷

Indonesia terkenal sebagai produsen utama minyak sawit yang memasok kebutuhan global. Faktor lingkungan yang strategis di banyak daerah Indonesia menjadi daya tarik bagi banyak pengelola. Minyak sawit merupakan sumber devisa penting bagi Indonesia, terutama di sektor non-migas. Beberapa fakta menarik tentang minyak sawit akan diuraikan berikut ini.

- 1) Terbuat dari Pohon Kelapa Sawit yang Hidup di Tempat Tropis. Minyak kelapa sawit adalah jenis minyak yang diekstraksi dari buah kelapa sawit dan banyak dibudidayakan di Indonesia karena cocok dengan iklim tropisnya. Indonesia memiliki sinar matahari, curah hujan, dan suhu yang mendukung untuk pertumbuhan kelapa sawit. Minyak sawit diekstraksi dari tandan buah segar (TBS) dan dapat diolah dari daging buah serta biji buah yang telah dirafinasi. Secara global, Indonesia dan Malaysia

¹⁷⁷ <https://mutucertification.com/manfaat-minyak-kelapa-sawit/>

adalah produsen utama, menyumbang hampir 85% dari total produksi minyak sawit di dunia.

- 2) Diproduksi dengan Metode Perkebunan Berkelanjutan
Produksi kelapa sawit dapat menjadi tidak berkelanjutan dan merusak lingkungan, seperti contohnya menebang hutan atau menggunakan metode tebang bakar yang meningkatkan risiko erosi tanah dan polusi udara. Meskipun demikian, ada cara produksi yang ramah lingkungan dengan menerapkan metode yang tepat sesuai dengan regulasi yang berlaku. Pemerintah telah merancang sistem perkebunan berkelanjutan yang membutuhkan sertifikasi untuk mendukung praktik yang ramah lingkungan.
- 3) Minyak Kelapa Sawit: Hemat Sumber Daya dan Sehat
Minyak sawit hemat lahan dan memiliki kandungan nutrisi tinggi, dibandingkan dengan jenis minyak nabati lainnya. Kaya akan vitamin dan antioksidan, konsumsi minyak sawit sebagai pengganti minyak goreng lainnya dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan, termasuk mencegah penyakit jantung, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, dan mengurangi risiko terkena kanker.
- 4) Perkiraannya, Produksi Minyak Sawit Akan Terus Meningkat
Banyak orang mulai beralih menggunakan minyak sawit karena kandungan baiknya bagi kesehatan. Dengan kekhawatiran akan risiko kesehatan, semakin banyak yang menginginkan pola hidup yang lebih sehat. Minyak sawit menjadi alternatif yang baik untuk menggantikan minyak goreng lainnya karena dianggap lebih bermanfaat bagi tubuh. Diperkirakan produksi minyak sawit akan meningkat seiring meningkatnya daya beli masyarakat.

- 5) Dapat Dipakai untuk Berbagai Kebutuhan Sehari-hari
Minyak sawit adalah minyak serbaguna yang dapat diolah menjadi berbagai produk dengan karakter fisik, tekstur, dan titik leleh yang berbeda. Produk-produk tersebut meliputi makanan, farmasi, pakan ternak, bahan bakar, dan kosmetik.

Manfaat Minyak Kelapa Sawit

Sebelumnya, telah dijelaskan berbagai fakta tentang minyak sawit yang banyak dibudidayakan di negara ini, termasuk tentang kegunaan atau manfaatnya. Kandungan berbagai vitamin dan zat yang diperlukan oleh tubuh membuat minyak ini dianggap sehat untuk berbagai jenis konsumsi. Untuk menjelaskan lebih lanjut tentang manfaatnya, berikut adalah beberapa ragam manfaat dari minyak kelapa sawit.

- 1) Pertama, Dimanfaatkan sebagai Minyak Goreng
Minyak sawit bermanfaat sebagai minyak goreng atau untuk memasak, dan dianggap lebih sehat dibandingkan jenis minyak goreng lainnya karena kandungan antioksidannya yang tinggi. Anda dapat menggunakan minyak sawit untuk deep frying, di mana bahan makanan tercelup sepenuhnya dalam minyak. Meskipun memiliki keunggulan kesehatan, penting untuk menggunakan dan mengonsumsinya dengan bijaksana agar tidak berdampak negatif pada kesehatan.
- 2) Bahan Pembuatan Kue
Margarin, produk olahan dari minyak sawit, berguna untuk membuat berbagai jenis kue, dari kue basah hingga kue kering. Karena merupakan minyak nabati yang sehat, kue yang menggunakan margarin cenderung lebih sehat dibandingkan dengan menggunakan jenis minyak lainnya.

- 3) Bermanfaat untuk Berbagai Produk Farmasi
Seperti yang telah dibahas sebelumnya, minyak sawit juga digunakan sebagai bahan dalam produk farmasi atau obat-obatan karena kandungannya yang bermanfaat, sebagai minyak nabati yang sehat.
- 4) Sebagai Bahan Sampo dan Sabun
Minyak sawit digunakan sebagai bahan dalam pembuatan sampo dan sabun karena kandungan vitamin E-nya yang tinggi. Vitamin E ini membantu membersihkan berbagai jenis kotoran dan minyak dari kulit dan rambut.
- 5) Karena Kaya Akan Vitamin E, Dapat Menjadi Bahan Kosmetik
Minyak sawit digunakan dalam pembuatan kosmetik sebagai bahan dasar, tambahan, dan aktif karena keamanannya bagi kulit manusia dan harga yang terjangkau. Berbagai produk kosmetik seperti bedak, foundation, maskara, eyeliner, blush, eyeshadow, dan lipstik dapat memanfaatkan kandungan minyak sawit.
- 6) Menjadi Bahan Detergen
Minyak kelapa sawit dapat digunakan sebagai detergen karena kemampuannya yang efektif dalam menghilangkan dan menyerang berbagai jenis kotoran.
- 7) Bahan Bakar Biodiesel
Minyak sawit dapat digunakan sebagai bahan bakar biodiesel untuk menghasilkan tenaga listrik, menawarkan alternatif ramah lingkungan yang lebih bersih dibandingkan bahan bakar konvensional. Potensi pengembangannya di masa depan dapat meningkatkan kesadaran akan lingkungan dalam berbagai aktivitas manusia.
- 8) Bahan Pupuk Kompos
Industri minyak sawit memiliki manfaat tambahan selain dari kandungan minyaknya. Cangkang hasil pengolahan minyak sawit dapat dijadikan bahan

pupuk kompos, mengurangi limbah produksi dan memberikan nilai guna serta nilai jual yang lebih tinggi.

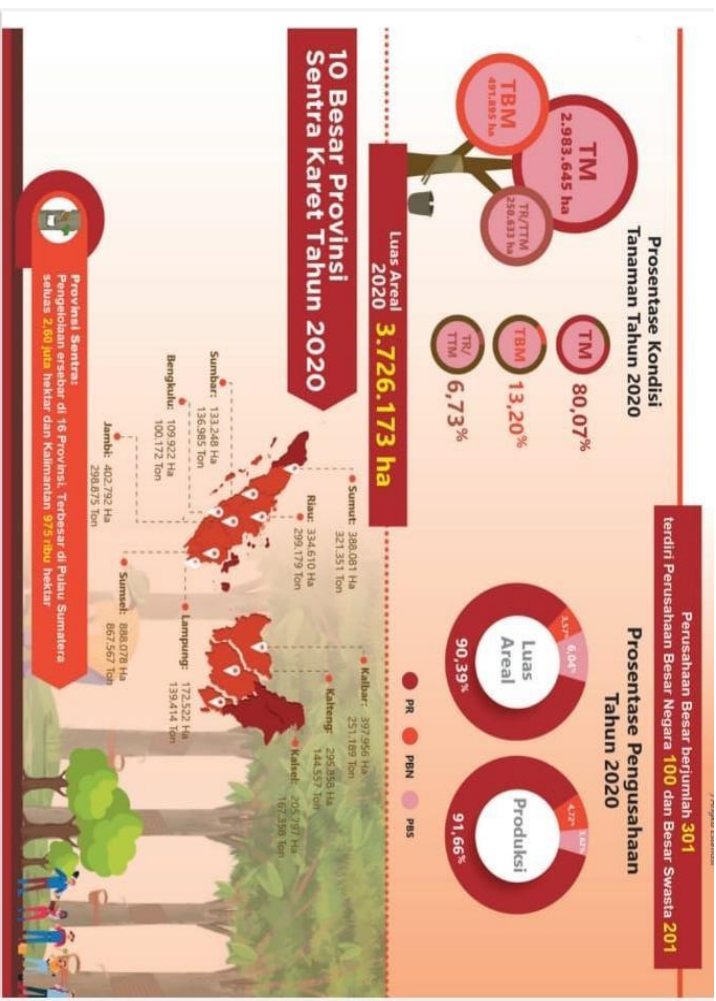
9) Suplemen Pakan Ternak

Minyak sawit dapat digunakan sebagai suplemen pakan ternak, menyediakan vitamin dan nutrisi untuk hewan ternak. Ini menambah pemahaman tentang manfaat minyak sawit untuk tanaman dan hewan ternak. Kesimpulannya, minyak sawit adalah sumber kebanggaan sebagai warga negara produsen sawit, dengan banyak kegunaan dan manfaat yang bisa dimanfaatkan. Penting bagi produsen untuk memastikan kualitas produk yang terbaik dan mendapatkan sertifikasi yang diperlukan, seperti yang dapat diberikan oleh lembaga sertifikasi MUTU International.

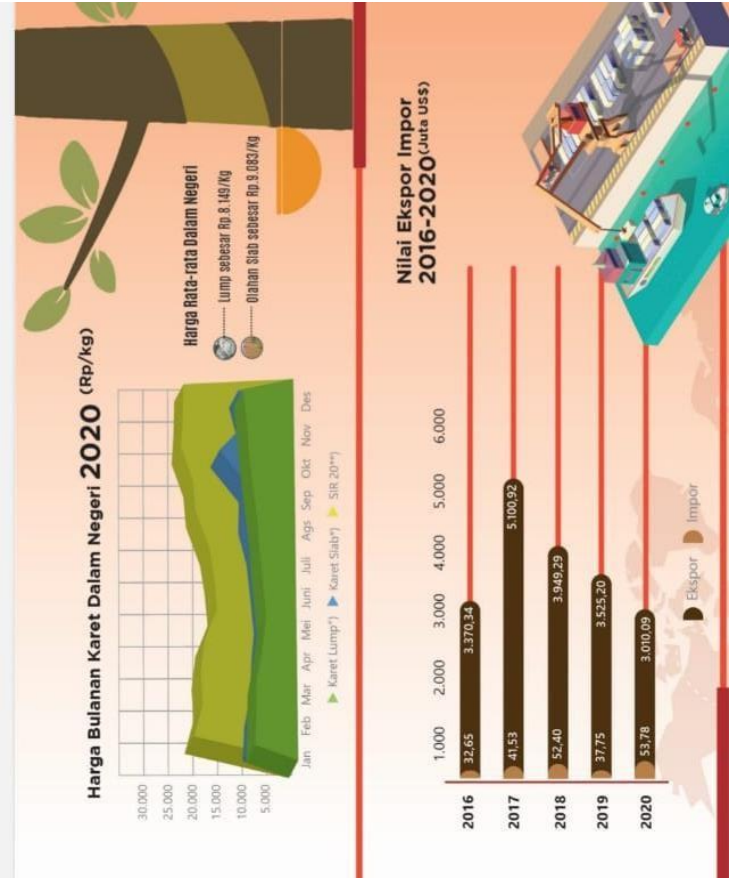
b. Karet



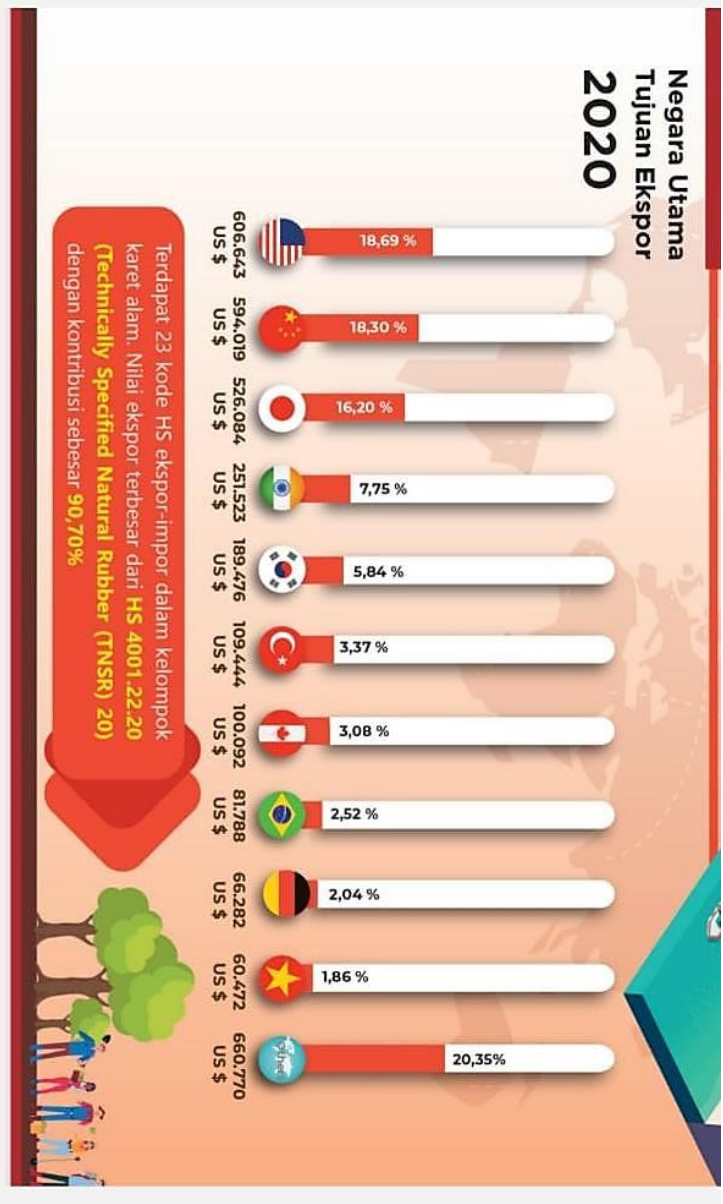
Grafik 8.11 Luas Area Karet (Ha)



Grafik 8.12 Prosentase Kondisi Tanaman Karet



Grafik 8.13 Harga dan Nilai Ekspor Karet



Grafik 8.14 Negara Utama Tujuan Ekspor Karet

Karet, dikenal karena kualitas elastisnya, adalah sebuah komoditi yang digunakan di banyak produk dan peralatan di seluruh dunia (mulai dari produk-produk industri sampai rumah tangga). Ada dua tipe karet yang dikenal luas, karet alam dan karet sintetis. Karet alam dibuat dari getah (lateks) dari pohon karet, sementara tipe sintetis dibuat dari minyak mentah. Kedua tipe ini dapat saling menggantikan dan karenanya mempengaruhi permintaan masing-masing komoditi; ketika harga minyak mentah naik, permintaan untuk karet alam akan meningkat. Namun ketika gangguan suplai karet alam membuat harganya naik, maka pasar cenderung beralih ke karet sintetis. Bagian ini mendiskusikan sektor karet alam Indonesia. Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir karet alam terbesar di dunia.¹⁷⁸

Pohon karet memerlukan suhu tinggi yang konstan (26-32 derajat Celsius) dan lingkungan yang lembab supaya dapat berproduksi maksimal. Kondisi-kondisi ini ada di Asia Tenggara tempat sebagian besar karet dunia diproduksi. Sekitar 70 persen dari produksi karet global berasal dari Thailand, Indonesia dan Malaysia.

Memerlukan waktu tujuh tahun untuk sebatang pohon karet mencapai usia produksinya. Setelah itu, pohon karet tersebut dapat berproduksi sampai berumur 25 tahun. Karena siklus yang panjang dari pohon ini, penyesuaian suplai jangka pendek tidak bisa dilakukan. Negara Produsen Karet Alam Terbesar pada Tahun 2014:

Tabel 8.1 Negara Produsen Karet

Negara	Produksi (dalam ton)
1. Thailand	4,070,000
2. Indonesia	3,200,000
3. Malaysia	1,043,000
4. Vietnam	1,043,000

¹⁷⁸<https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/karet/item185>

Negara	Produksi (dalam ton)
5. India	849,000

Sumber: ANRPC

Karet Alam di Indonesia
Produksi dan Ekspor Karet Indonesia

Sebagai produsen karet terbesar kedua di dunia, jumlah suplai karet Indonesia penting untuk pasar global. Sejak tahun 1980an, industri karet Indonesia telah mengalami pertumbuhan produksi yang stabil. Kebanyakan hasil produksi karet negara ini - kira-kira 80 persen - diproduksi oleh para petani kecil. Oleh karena itu, perkebunan Pemerintah dan swasta memiliki peran yang kecil dalam industri karet domestik.

Kebanyakan produksi karet Indonesia berasal dari provinsi-provinsi berikut:

- 1) Sumatra Selatan
- 2) Sumatra Utara
- 3) Riau
- 4) Jambi
- 5) Kalimantan Barat



Gambar 8.6 Provinsi produksi karet

Total luas perkebunan karet Indonesia telah meningkat secara stabil selama satu dekade terakhir. Di tahun 2016, perkebunan karet di negara ini mencapai luas total 3,64 juta hektar. Karena prospek industri karet positif, telah ada peralihan dari perkebunan- perkebunan komoditi seperti kakao, kopi dan teh, menjadi

perkebunan-perkebunan kelapa sawit dan karet. Selama beberapa tahun ini jumlah perkebunan karet milik petani kecil meningkat, sementara perkebunan Pemerintah sedikit berkurang, kemungkinan karena perpindahan fokus mereka ke kebun kelapa sawit yang luas. Luasnya kebun karet pemain swasta besar berkurang di antara tahun 2010 dan 2012, namun naik cukup cepat mulai dari tahun 2013.

Luas Perkebunan Karet di Indonesia:

Tabel 8.2 Luas Perkebeunan karet

	2010	2015	2020
Petani Kecil (dalam ribu ha)	2,922	3,076	
Pemerintah (dalam ribu ha)	239	230	
Swasta Besar (dalam ribu ha)	284	315	
Total (dalam ribu ha)	3,445	3,621	

Sumber: Gabungan Perusahaan Karet Indonesia (Gapkindo)

Sekitar 85 persen dari produksi karet Indonesia diekspor ke luar negeri. Hampir setengah dari karet yang diekspor ini dikirimkan ke negara-negara Asia lain, diikuti oleh Amerika Utara dan Eropa. Lima negara yang paling banyak mengimpor karet dari Indonesia adalah Amerika Serikat (yang berkonsumsi hampir 22 percent dari total ekspor Indonesia), Republik Rakyat Tiongkok (RRT), Jepang, Singapura, dan Brazil.

Konsumsi karet domestik di Indonesia kebanyakan diserap oleh industri-industri manufaktur Indonesia (terutama sektor otomotif). Mengingat industri manufaktur industri susah berkembang dengan signifikan, konsumsi karet di pasar domestik hanya tumbuh dengan sedikit saja.

Produksi & Ekspor Karet Alam Indonesia:

Tabel 8.3 Produksi karet Alam

	2014	2015	2016	2017	2018 ¹	2019 ¹
Produksi (juta ton)	3.18	3.11	3.2	3.6	3.7	3.8
Volume Ekspor (juta ton)	2.62	2.63	2.58			
Nilai Ekspor (juta Dollar AS)	4.74	3.70	3.37			

Tabel 8.4 Nilai Ekspor Karet

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Produksi (juta ton)	2.75	2.44	2.73	3.09	3.04	3.20
Volume Ekspor (juta ton)	2.30	1.99	2.20	2.55	2.80	2.70
Nilai Ekspor (juta Dollar AS)	n.a.	n.a.	7.33	11.76	7.86	6.91

¹ menunjukkan prognosis

Sumber: *Association of Natural Rubber Producing Countries*, Gabungan Perusahaan Karet Indonesia (Gapkindo) & *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

Dibandingkan dengan negara-negara kompetitor penghasil karet yang lain, Indonesia memiliki level produktivitas per hektar yang rendah. Hal ini ikut disebabkan oleh fakta bahwa usia pohon-pohon karet di Indonesia umumnya sudah tua dikombinasikan dengan kemampuan investasi yang rendah dari para petani kecil, sehingga mengurangi hasil panen. Sementara Thailand memproduksi 1.800 kilogram (kg) karet per hektar per tahun, Indonesia hanya berhasil memproduksi 1.080 kg/ha. Baik Vietnam (1.720 kg/ha) maupun Malaysia (1.510 kg/ha) memiliki produktivitas karet yang lebih tinggi.

Industri hilir karet Indonesia masih belum banyak dikembangkan. Saat ini, negara ini tergantung pada impor produk-produk karet olahan karena kurangnya fasilitas pengolahan-pengolahan domestik dan kurangnya industri manufaktur yang berkembang baik. Rendahnya konsumsi karet domestik menjadi penyebab mengapa Indonesia mengekspor sekitar 85 persen dari hasil produksi karetnya. Kendati begitu, di beberapa tahun terakhir tampak ada perubahan (walaupun lambat) karena jumlah ekspor sedikit menurun akibat meningkatnya konsumsi domestik. Sekitar setengah dari karet alam yang diserap secara domestik digunakan oleh industri manufaktur ban, diikuti oleh sarung tangan karet, benang karet, alas kaki, ban vulkanisir, sarung tangan medis dan alat-alat lain.

Ekspor Karet Indonesia Menurut Jenis Mutu:

Tabel 8.5 Ekspor Karet menurut mutu

Type	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lateks Pekat ('000 ton)	12.9	9.5	7.6	5.9	0.5	6.4	6.0
Ribbed Smoked Sheet('000 ton)	60.2	67.3	66.7	69.3	68.3	80.4	78.4
Technically Specified	2,279	2,370	n.a.	2,625	2,550	2,539	2,494
Rubber ('000 ton)							
Lain ('000 ton)				1.6		4.4	2.3

Sumber: Gabungan Perusahaan Karet Indonesia (Gapkindo)

Sebagai importir karet terbesar di dunia, kebijakan-kebijakan RRT bisa memiliki dampak sangat luas bagi industri karet dunia. Di akhir tahun 2014, Pemerintah RRT memutuskan untuk menyetujui standar baru untuk impor senyawa karet. Kandungan karet mentah yang diizinkan dalam senyawa karet yang diimpor dikurangi dari 95-99,5 persen menjadi 88 persen, mengimplikasikan bahwa

impor senyawa karet ke RRT dikenai beacukai impor 20% (tarif yang sama dengan beacukai impor karet alam). Kebijakan RRT yang baru ini adalah pukulan bagi para suplier karet dari Indonesia karena menyebabkan penurunan penggunaan senyawa karet di negara dengan ekonomi terbesar kedua di dunia.

Masalah lain adalah AS memindahkan ban buatan Indonesia dari sistem preferensi umumnya (*generalized system of preference*). Program AS ini didesain untuk mendukung negara-negara berkembang dengan memotong beacukai impor dan pajak untuk kira- kira 5.000 produk dari 123 negara. Ban buatan Indonesia dipindahkan dari daftar sistem ini karena AS meyakini bahwa industri ban Indonesia sudah cukup kompetitif. Ini berarti ekspor ban ke AS kini dikenai pajak impor 5 persen.



Gambar 8.7 Penyadapan Karet

Tren Pasar, Tantangan & Harga Karet Alam

Penggerak utama untuk pasar karet global adalah kawasan Asia- Pasifik di mana permintaan akan karet alam tumbuh dengan kuat, dipimpin oleh China, konsumen karet terkemuka di dunia dan yang diperkirakan akan konsumsi hampir 40 persen dari total konsumsi karet dunia pada tahun 2021 (sebagian besar digunakan dalam industri manufaktur ban). Sementara itu, pertumbuhan yang kuat dalam konsumsi karet juga diperkirakan terjadi di Indonesia, India, Vietnam, dan

Thailand karena industri otomotif yang berkembang di negara-negara ini.

Seperti kebanyakan komoditas utama lainnya, harga karet internasional telah mengalami tekanan mulai dari 2011 waktu aktivitas ekonomi global lemah (yang berdampak negatif pada industri otomotif) serta melimpahnya pasokan karet alam. Selain itu, harga minyak mentah yang rendah membuat karet sintetis sangat kompetitif, sehingga harga karet alam turun secara signifikan antara awal 2011 dan akhir 2017. Sementara itu, kemajuan dalam pengembangan ban berbasis bio juga menjadi ancaman bagi industri karet.

Grafik pertama di bawah ini menunjukkan penurunan tajam harga karet alam mulai dari awal 2011 karena melimpahnya pasokan karet, pertumbuhan ekonomi yang lamban dan persaingan yang ketat dari karet sintetis.

Harga Karet Alam - Grafik I (data dari Bloomberg):¹⁷⁹



Grafik 8.15 Harga karet Alam

Grafik kedua menunjukkan pemulihan tajam harga karet alam pada kuartal terakhir 2017 dan awal 2018. Alasan di balik kenaikan harga ini adalah gangguan

¹⁷⁹ <https://www.bloomberg.com/quote/BIT5N:IND>

pasokan di Thailand. Banjir besar-besaran dan tersebar luas di bagian selatan Thailand, di mana sebagian besar penanaman karet nasional terjadi, memiliki dampak besar pada pasokan karet alam (baik dalam hal produksi dan distribusi). Kekeringan yang parah juga disebut sebagai alasan produksi karet yang lemah di Thailand pada waktu itu.

Harga Karet - Grafik II (data dari Bloomberg):



Grafik 8.16 Harga karet Alam

Negara-negara penghasil karet terkemuka di dunia - Thailand, Indonesia dan Malaysia - juga telah sepakat untuk membatasi ekspor karet mereka melalui Agreed Export Tonnage Scheme (AETS) yang disetujui dalam upaya untuk meningkatkan harga karet alam internasional. Kesepakatan pertama terjadi akhir tahun 2012. Penurunan permintaan karet Cina adalah salah satu alasan utama untuk menerapkan AETS.

Manfaat Karet dalam Pertumbuhan Ekonomi Indonesia

Pada masa sekarang, karet telah melampaui penggunaannya dalam pembuatan mainan dan berbagai produk lainnya. Di Indonesia, karet juga dimanfaatkan dalam beragam aplikasi seperti material konstruksi, pekerjaan pertanian, penyelesaian lantai, pembuatan pupuk, peralatan rumah tangga, pengemasan, hiasan, dan

produk- produk kesehatan.¹⁸⁰ Karet digunakan dalam berbagai aplikasi karena fleksibel dan mudah dibentuk tanpa perlu diubah menjadi bahan yang berbeda. Misalnya, lembaran karet untuk lantai dapat dipotong sesuai bentuk lantai, menghindari modifikasi. Dengan populasi dunia yang terus bertambah, permintaan akan karet meningkat. Indonesia, dengan sumber daya alamnya yang melimpah, dapat memenuhi permintaan ini dan menyelamatkan pohon karet dari penebangan. Dengan meningkatnya permintaan, lebih banyak pohon karet akan ditanam, memberi kontribusi pada pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Di Indonesia, karet digunakan dalam berbagai cara, termasuk sebagai sumber bahan konstruksi. Dengan meningkatnya permintaan akan karet, produksi perkebunan karet juga meningkat, mempengaruhi penggunaan karet dalam perekonomian Indonesia. Manfaat penting karet dalam pertumbuhan ekonomi adalah peningkatan penanaman pohon karet. Selain itu, karet juga membantu dalam menurunkan biaya hidup dengan menyediakan pekerjaan di perkebunan karet. Ini meningkatkan pendapatan bagi masyarakat Indonesia.

Harga dan kualitas karet saat ini mengalami masalah, menyebabkan penghancuran pohon karet. Manfaat ekonomi Indonesia dari karet termasuk sumber daya alam dan penciptaan lapangan kerja lokal. 10 Provinsi Penghasil Karet Terbesar 2023, Mayoritas dari Sumatera

Tabel 8.6 10 provinsi penghasil karet 2023 (Databoks.id)

No.	Nama Data	Nilai
1	Sumatera Selatan	767.000
2	Sumatera Utara	307.800
3	Jambi	285.500

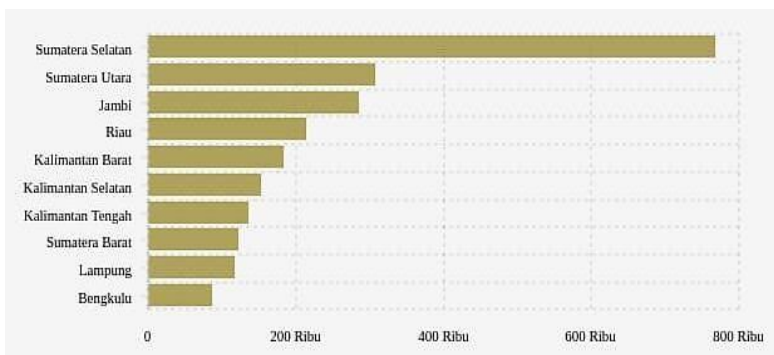
¹⁸⁰ <https://bakri.uma.ac.id/manfaat-karet-dalam-pertumbuhan-ekonomi-indonesia/>

No.	Nama Data	Nilai
4	Riau	214.800
5	Kalimantan Barat	183.200
6	Kalimantan Selatan	153.200
7	Kalimantan Tengah	136.400
8	Sumatera Barat	122.000
9	Lampung	116.700
10	Bengkulu	87.100

Indonesia merupakan salah satu produsen karet terbesar di dunia. Menurut laporan Badan Pusat Statistik (BPS), produksi karet nasional mencapai 2,65 juta ton pada 2023, turun 2,22% dibanding tahun sebelumnya (year-on-year/yoy).¹⁸¹

Adapun karet Indonesia paling banyak dihasilkan oleh provinsi - provinsi di Pulau Sumatera. Sumatera Selatan menjadi provinsi penghasil karet terbesar pada 2023, dengan volume produksi 767 ribu ton atau 28,93% dari total produksi nasional. Peringkat kedua hingga keempat masih diraih provinsi asal Sumatera, yaitu Sumatera Utara, Jambi, dan Riau. Kemudian Sumatera Barat, Lampung, dan Bengkulu menempati peringkat kedelapan sampai kesepuluh. Sementara produksi karet terendah berasal dari Sulawesi Tenggara, yaitu hanya 100 ton. Ada pula 14 provinsi yang tercatat tak memproduksi karet sepanjang tahun lalu.

¹⁸¹ Laporan Data BPS 2023 diolah



ton

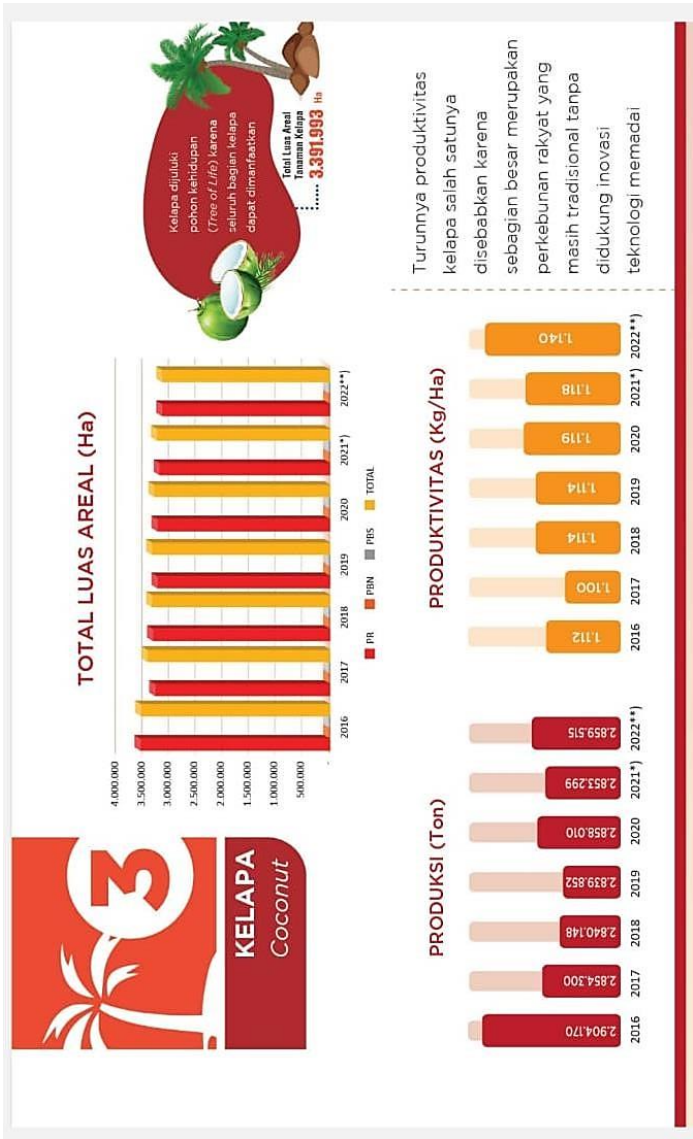
Grafik 8.17 10 provinsi penghasil karet 2023 (Databoks.id)

Berikut rincian volume produksi karet nasional pada 2023 berdasarkan provinsi, dari yang tertinggi hingga terendah:

- 1) Sumatera Selatan: 767.000 ton
- 2) Sumatera Utara: 307.800 ton
- 3) Jambi: 285.500 ton
- 4) Riau: 214.800 ton
- 5) Kalimantan Barat: 183.200 ton
- 6) Kalimantan Selatan: 153.200 ton
- 7) Kalimantan Tengah: 136.400 ton
- 8) Sumatera Barat: 122.000 ton
- 9) Lampung: 116.700 ton
- 10) Bengkulu: 87.100 ton
- 11) Kalimantan Timur: 66.300 ton
- 12) Aceh: 63.900 ton
- 13) Kepulauan Bangka Belitung: 38.600 ton
- 14) Jawa Barat: 36.900 ton
- 15) Jawa Tengah: 23.700 ton
- 16) Jawa Timur: 17.400 ton
- 17) Kepulauan Riau: 10.300 ton
- 18) Banten: 8.400 ton
- 19) Papua: 4.800 ton
- 20) Sulawesi Selatan: 3.800 ton
- 21) Sulawesi Tengah: 2.500 ton
- 22) Maluku: 700 ton

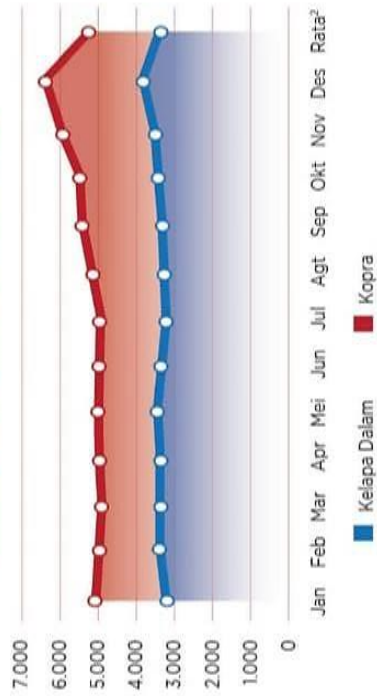
- 23) Kalimantan Utara: 200 ton
- 24) Sulawesi Tenggara: 100 ton
- 25) DKI Jakarta: 0 ton
- 26) DI Yogyakarta: 0 ton
- 27) Bali: 0 ton
- 28) Nusa Tenggara Barat: 0 ton
- 29) Nusa Tenggara Timur: 0 ton
- 30) Sulawesi Utara: 0 ton
- 31) Gorontalo: 0 ton
- 32) Sulawesi Barat: 0 ton
- 33) Maluku Utara: 0 ton
- 34) Papua Barat: 0 ton
- 35) Papua Barat Daya: 0 ton
- 36) Papua Selatan: 0 ton
- 37) Papua Tengah: 0 ton
- 38) Papua Pegunungan: 0 ton

c. Kelapa



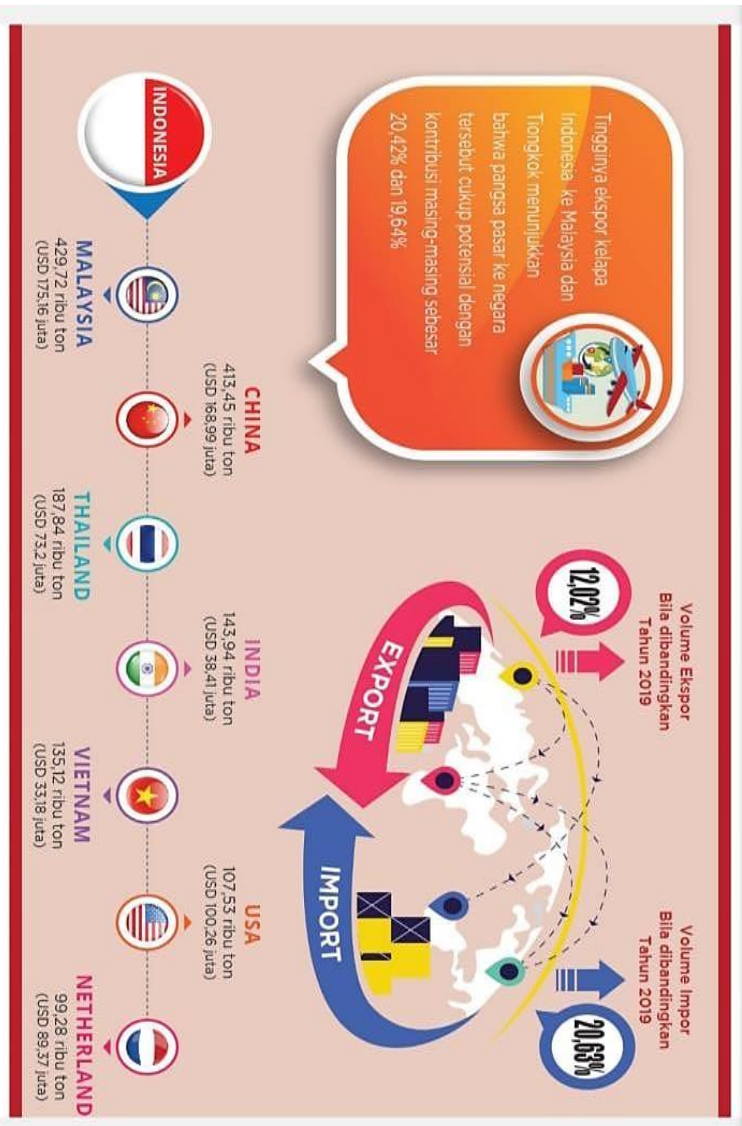
Grafik 8.18 Total Luas Areal Kelapa (Ha)

HARGA BULANAN KELAPA DALAM NEGERI 2020 (Rp/Kg)

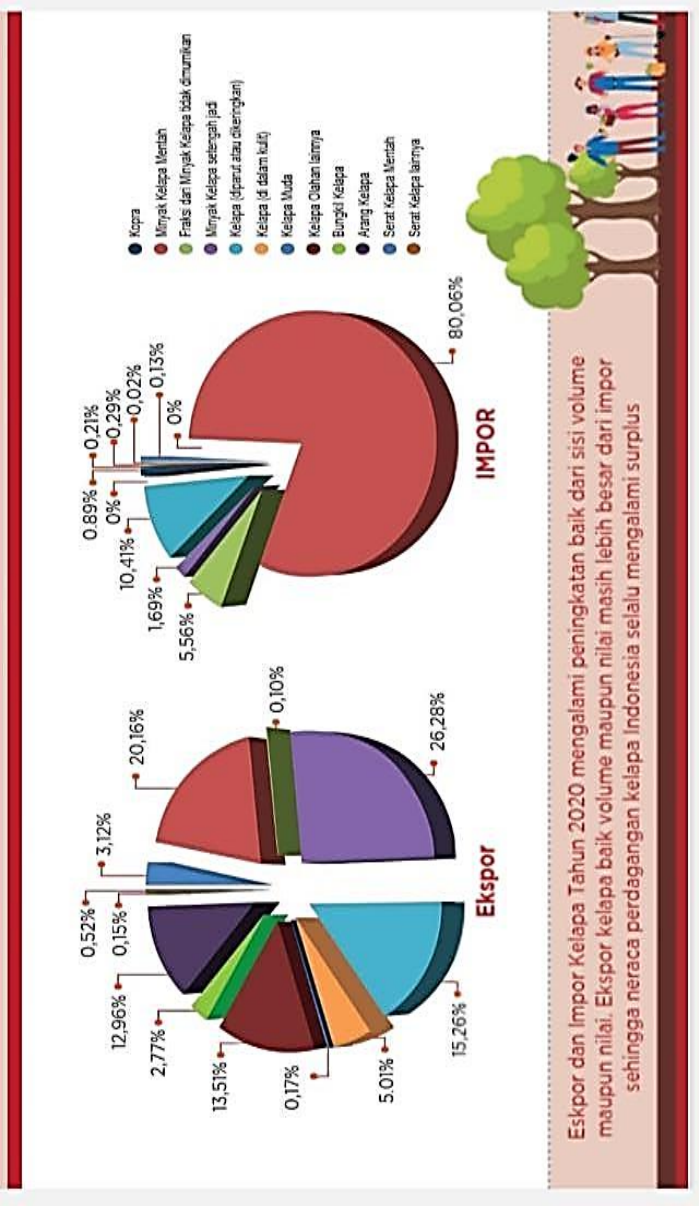


Harga Kelapa baik berupa butir maupun kopra tahun 2020 relatif stabil dengan rata-rata masing-masing sebesar Rp. 3.442,-/Kg dan Rp. 5.276,-/Kg dengan harga tertinggi terjadi pada bulan Desember

Grafik 8.20 Harga Kelapa dalam negeri



Grafik 8.21 Ekspor Kelapa



Grafik 8.22 Prosentase Ekspor Impor Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera* L)

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L) memiliki peran yang signifikan dalam ekonomi Indonesia. Luas perkebunan kelapa di Indonesia adalah yang terbesar kedua setelah kelapa sawit. Mayoritas produksi kelapa dimanfaatkan dalam negeri untuk kebutuhan konsumsi dan industri, terutama industri rumah tangga, kecil, dan menengah. Produk turunan kelapa seperti virgin coconut oil (VCO), gula kelapa, oleokimia, kelapa parut kering, coconut cream/milk, arang tempurung, karbon aktif, dan serat kelapa merupakan upaya diversifikasi produk kelapa untuk meningkatkan nilai tambahnya (Basri Hariadi, 2020).

Peran ekonomi nasional dari komoditas kelapa terbukti dengan menciptakan lapangan kerja untuk sekitar 6,9 juta kepala keluarga, dan berkontribusi signifikan dalam pembentukan pusat-pusat ekonomi baru di daerah pengembangan. Pada tahun 2019, kontribusi kelapa terhadap ekspor Indonesia mencakup: kopra (62.410 ton senilai US\$ 36.885 juta), minyak kelapa 519.974 ton (senilai US\$ 270.667 juta), dan bungkil 238.359 ton (senilai US\$ 15.774 juta). Perkebunan kelapa Indonesia tersebar di beberapa pulau, termasuk Sumatera (33,63 persen), Jawa (22,75 persen), Sulawesi (19,4 persen), Nusa Tenggara (7,7 persen), Kalimantan (7,62 persen), dan Maluku, Maluku Utara, dan Papua (15,89 persen).¹⁸² 10 Negara Produsen Kelapa Terbesar Dunia (2021).

¹⁸²<https://distanbunkp.halmaheraselatankab.go.id/pages/artikel?ida=4&topik=PERANAN-KOMUDITAS-KELAPA-DALAM-BIDANG-EKONOMI-NASIONAL>

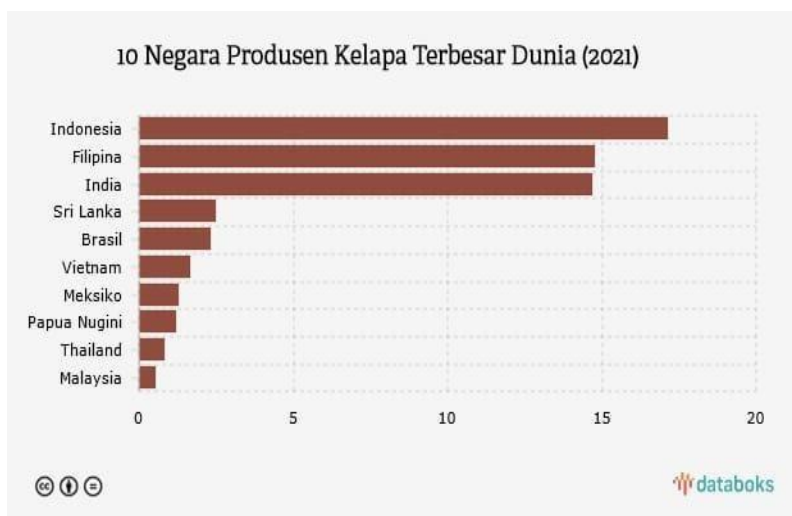
Tabel 8.7 10 negara terbesar produksi Kelapa
(Databoks.id)

No.	Nama Data	Nilai Juta Ton
1	Indonesia	17,13
2	Filipina	14,77
3	India	14,68
4	Sri Lanka	2,47
5	Brasil	2,33
6	Vietnam	1,68
7	Meksiko	1,29
8	Papua Nugini	1,19
9	Thailand	0,81
10	Malaysia	0,54

Indonesia memproduksi 17,13 juta ton kelapa pada 2019. Berdasarkan laporan World Atlas, produksi kelapa di Indonesia tersebut menjadi yang terbesar di dunia. Filipina menempati urutan kedua dengan produksi kelapa sebanyak 14,77 juta ton. Setelahnnya ada India dengan produksi kelapa sebesar 14,68 juta ton. Kemudian, produksi kelapa di Sri Lanka tercatat sebanyak 2,47 juta ton. Sedangkan, Brasil berada di urutan kelima dengan produksi kelapa sebesar 2,33 juta ton.

Mengacu data Badan Pusat Statistik (BPS), ekspor kelapa dari Indonesia mencapai 1,53 juta ton atau US\$ 819,26 juta hingga kuartal III-2020. Negara-negara yang menjadi tujuan ekspor kelapa Indonesia, antara lain Amerika Serikat, Belanda, Korea Selatan, Tiongkok, Jepang, Singapura, Filipina, dan Malaysia.

Sebagian besar kelapa Indonesia diproduksi dalam bentuk kopra dan produk turunan lainnya. Adapun daerah penghasil utama kelapa di tanah air antara lain Riau, Jambi, Sulawesi Utara, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Maluku Utara.



Grafik 8.23 10 negara Produsen Kelapa Terbesar Dunia
(Databoks.id)

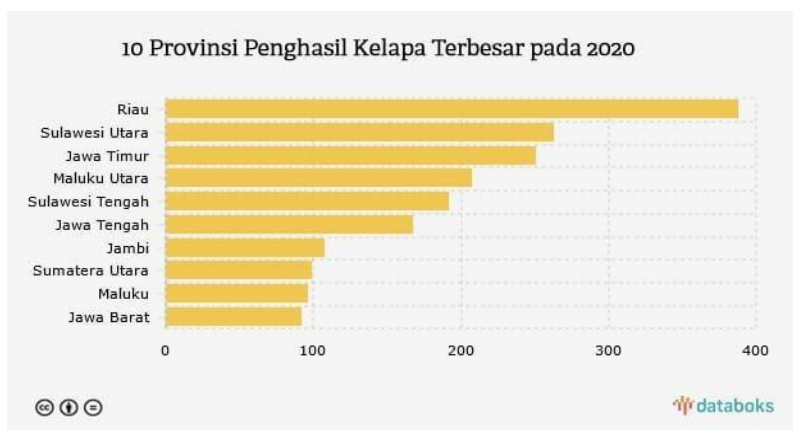
10 Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar pada 2020

Riau merupakan penghasil kelapa terbesar di Indonesia pada 2020. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi kelapa di provinsi tersebut mencapai 387,9 ribu ton pada tahun lalu. Posisi selanjutnya ditempati oleh Sulawesi Utara dengan produksi kelapa sebesar 262,9 ribu ton, Jawa Timur 250,7 ribu ton, Maluku Utara 207,8 ribu ton, Sulawesi Tengah 191,8 ribu ton.

Menurut Kementerian Pertanian, estimasi luas areal perkebunan kelapa di Riau sebesar 418.270 hektare pada 2020. Daerah penghasil kelapa terbesar di Riau terdapat di Kabupaten Indragiri Hilir yang berbatasan dengan provinsi Jambi. Kabupaten ini menjadi satu-satunya di Indonesia yang menerapkan usaha tani kelapa hibrida Pola Perkebunan Inti Rakyat (PIR) sebagai usaha peningkatan produksi, pendapatan, dan kesejahteraan rakyat.

Tabel 8.8 10 Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar pada 2020 (Databoks.id)

No.	Nama Data	Nilai Ribu ton
1	Riau	387,9
2	Sulawesi Utara	262,9
3	Jawa Timur	250,7
4	Maluku Utara	207,8
5	Sulawesi Tengah	191,8
6	Jawa Tengah	167,2
7	Jambi	107,6
8	Sumatera Utara	98,6
9	Maluku	96,6
10	Jawa Barat	92



Grafik 8.24 10 Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar pada 2020 (Databoks.id)

Komoditas kelapa berkontribusi cukup besar sebagai sumber devisa negara dari sisi ekspor perkebunan. Posisinya berada di peringkat ke empat setelah sawit, karet, dan kakao. Mengacu data BPS, ekspor kelapa Indonesia mencapai 1,53 juta ton atau senilai 819,26 juta US\$ hingga kuartal III 2020. Negara-negara yang menjadi tujuan ekspor kelapa Indonesia, antara lain Amerika Serikat, Belanda, Korea Selatan, Tiongkok, Jepang, Singapura, Filipina, dan Malaysia.

Dari data Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022 yang diterbitkan oleh Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia di Jakarta Desember 2021 ada 16 Komoditas Perkebunan Unggulan yang telah menyumbang terbesar devisa negara Indonesia di tengah pandemic Covid 19.

Ketiga komoditas perkebunan unggulan:

- 1) Kelapa Sawit (Palm Oil)
- 2) Karet (Rubber)
- 3) Kelapa (Coconut)

Berikut komoditas perkebunan unggulan ke :

- 1) Kopi (coffee)
- 2) Kakao (Cacao)
- 3) Jambu Mete (Cashew Nut)
- 4) Cengkeh (Clove)
- 5) Lada (Pepper)
- 6) The (Tea)
- 7) Pala (Nutmeg)
- 8) Sagu (Sago)
- 9) Tebu (Sugar Cane)
- 10) Tembakau (Tobbaco)
- 11) Nilam (Patchouli)
- 12) Kapas (Cotton)
- 13) Kemiri Sunan (Kemiri Sunan)

Mengingat keterbatasan pada halaman maka no 4 sampai 16 tidak kami tampilkan pada buku ini. Namun demikian kami tetap memberikan saran untuk diadakan penelitian lebih lanjut terkait Komoditas Perkebunan Unggulan Nasional tersebut dan diperlukan riset penelitian yang intensif dan comprehensive untuk mengetahui permasalahan pada komoditas perkebunan unggulan nasional dari no 1 sampai no 16.

Saran Tema terkait penelitian misalnya:

- a. Analisis ekspor kelapa sawit terhadap kesejahteraan petani kelapa sawit
- b. Apa manfaat karet bagi petani karet
- c. Apa manfaat tebu bagi petani tebu dll.

2. Hutan

Hutan adalah wilayah luas yang ditumbuhi oleh banyak pepohonan dan menjadi habitat bagi berbagai jenis makhluk hidup seperti binatang, tumbuhan, dan organisme lainnya. Meskipun istilah "hutan" seringkali familiar, banyak orang yang belum memahami keberagaman jenisnya. Hutan memiliki variasi jenis yang dibedakan berdasarkan peran dan karakteristiknya. Indonesia memiliki banyak hutan di berbagai wilayahnya. Selain berperan sebagai penyedia oksigen, hutan juga memberikan sumber penghidupan bagi manusia melalui berbagai fungsi ekonomi dan ekologi yang dimilikinya.



Gambar 8.8 Hutan Lumut di kawasan Gunung Lumut Kab. Paser Kalimantan Timur

Pengertian Hutan

Sebagai sebuah wilayah yang kompleks, hutan memiliki beragam definisi. Untuk lebih memahami konsep hutan, berikut adalah pemahaman tentang hutan dari berbagai sumber dan disiplin ilmu.

a. Pengertian Hutan Menurut Ahli Ekologi

Hutan merupakan sebuah komunitas tumbuhan yang terdiri dari beragam jenis pohon yang tumbuh bersama-sama dengan susunan yang padat. Struktur pohon yang tumbuh bersama-sama membentuk penutupan kanopi yang rapat.

Tumbuhan yang mendiami hutan memiliki variasi yang luas, termasuk dalam hal struktur, kelas, umur, dan jenisnya, namun semuanya saling terhubung dalam satu ekosistem yang kompleks. Selain itu, hutan juga mencakup sungai, padang rumput, dan keanekaragaman hayati lainnya.

Namun, beberapa hutan juga dapat dibuat secara sengaja atau tidak muncul secara alami, seperti hutan kota, hutan lindung, dan hutan industri.

b. Pengertian Hutan Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO)

Menurut definisi FAO, hutan merujuk pada area tanah yang luasnya melebihi 0,5 hektar, yang ditanami oleh pohon-pohon dengan ketinggian minimal 5 meter, di mana lebih dari 10 persen dari wilayah tersebut tercakup oleh kanopi pohon-pohon tersebut. Hutan juga dikenali dengan keberadaan tumbuhan lokal yang tumbuh secara alami di area tersebut, dengan pohon-pohon memiliki ketinggian minimal 5 meter. Namun, lahan pertanian yang dibuat di dalam area perkotaan tidak dianggap sebagai bagian dari hutan menurut kriteria tersebut..

c. Pengertian Hutan Menurut Undang Undang Nomor 24 Tahun 1999

Pada Pasal 1 UU No 24 Tahun 1999 Tentang Kehutanan, berikut ini adalah pengertiannya. Kawasan hutan merupakan wilayah yang ditunjuk atau sudah ditetapkan oleh pemerintah agar terus dipertahankan eksistensinya sebagai hutan tetap.

Hutan adalah suatu ekosistem yang terdiri dari wilayah luas yang memuat berbagai sumber daya alam hayati, dimana pepohonan menjadi elemen dominan dalam lingkungan yang integral. Di sisi lain, kehutanan merupakan sistem yang bertanggung jawab atas manajemen hutan dan hasilnya dengan pendekatan yang terintegrasi.

Berikut isi pada Pasal 1 ada 13 poin terkait hutan antara lain:

- a. Kehutanan adalah sistem pengurusan yang bersangkutan paut dengan hutan, kawasan hutan, dan hasil hutan yang diselenggarakan secara terpadu.
- b. Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan.
- c. Kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap.
- d. Hutan negara adalah hutan yang berada pada tanah yang tidak dibebani hak atas tanah.
- e. Hutan hak adalah hutan yang berada pada tanah yang dibebani hak atas tanah.
- f. Hutan adat adalah hutan negara yang berada dalam wilayah masyarakat hukum adat.
- g. Hutan produksi adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan.
- h. Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir,

mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.

- i. Hutan konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya.
- j. Kawasan hutan suaka alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan.
- k. Kawasan hutan pelestarian alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya.
- l. Taman buru adalah kawasan hutan yang ditetapkan sebagai tempat wisata berburu.
- m. Hasil hutan adalah benda-benda hayati, nonhayati dan turunannya, serta jasa yang berasal dari hutan.

Jenis dan Ciri Hutan

Setelah memahami definisi hutan dari berbagai sumber, sekarang waktunya untuk mengenal berbagai jenis hutan beserta karakteristiknya yang ada di Indonesia. Sebagai informasi menarik, Indonesia dikenal sebagai salah satu paru-paru dunia karena menyumbang 10% dari total hutan dunia. Di tingkat Asia Tenggara, Indonesia bahkan menyumbang 60% dari kawasan hutan hijau. Oleh karena itu, penting untuk mengenali berbagai jenis hutan yang umum ditemui di Indonesia.



Gambar 8.9 Hutan Tropis

Jenis-jenis hutan di Indonesia

Kepulauan Nusantara terbentuk akibat pertemuan tiga lempeng bumi, yang masih bergerak mendekat hingga saat ini, menyebabkan seringnya terjadinya gempa bumi di wilayah kepulauan ini. Pembentukan Kepulauan Nusantara di sabuk khatulistiwa juga menciptakan tiga kawasan biogeografi utama: Paparan Sunda, Wallacea, dan Paparan Sahul, yang mencerminkan distribusi kehidupan berdasarkan perbedaan fisik permukaan bumi.

a. Kawasan Paparan Sunda (di bagian barat)

Paparan Sunda adalah bagian dari lempeng bumi yang bergerak dari wilayah Oriental (Asia) dan terletak di sisi barat Garis Wallace. Garis Wallace adalah garis khayal yang memisahkan flora dan fauna di Paparan Sunda dengan bagian timur Indonesia. Garis ini bergerak dari utara ke selatan, memisahkan Kalimantan dan Sulawesi serta Bali dan Lombok. Nama garis ini diambil dari Alfred Russel Wallace, seorang ahli biologi yang pada tahun 1858 menunjukkan bahwa distribusi flora dan fauna di Sumatra, Kalimantan, Jawa, dan Bali lebih mirip dengan yang ada di daratan Asia.

b. Kawasan Paparan Sahul (di bagian timur)

Paparan Sahul merupakan bagian dari lempeng bumi yang bergerak dari wilayah Australesia (Australia) dan terletak di sisi timur Garis Weber. Garis Weber adalah garis khayal yang memisahkan flora dan fauna di Paparan Sahul dengan bagian barat Indonesia. Garis ini membentang dari utara ke selatan, memisahkan Kepulauan Maluku dan Papua serta Nusa Tenggara Timur dan Australia. Nama garis ini diambil dari Max Weber, seorang ahli biologi yang sekitar tahun 1902 menunjukkan bahwa distribusi flora dan fauna di kawasan ini lebih serupa dengan yang ada di Benua Australia.

c. Kawasan Wallace / Laut Dalam (di bagian tengah)

Lempeng bumi di pinggiran Asia Timur bergerak di antara Garis Wallace dan Garis Weber. Wilayah ini mencakup Sulawesi, Kepulauan Sunda Kecil (Nusa Tenggara), dan Kepulauan Maluku. Flora dan fauna di daerah ini kebanyakan adalah spesies endemik, yang hanya ditemukan di daerah tersebut dan tidak di tempat lain di dunia. Meskipun demikian, wilayah ini juga memiliki elemen-elemen dari Kawasan Oriental dan Kawasan Australesia. Teori Wallace menyatakan bahwa pada masa Zaman Es, laut tertutup es memungkinkan tumbuhan dan hewan dari Asia dan Australia untuk menyeberang dan berkumpul di Nusantara. Meskipun flora dan fauna Asia lebih melimpah di bagian barat dan flora dan fauna Australia di bagian timur, hal ini disebabkan oleh fakta bahwa Kawasan Wallace dulunya merupakan palung laut yang sangat dalam, sehingga menyulitkan fauna untuk menyeberang dan menghentikan penyebaran flora.

Berdasarkan iklim

Dengan mempertimbangkan letak geografisnya, Indonesia memang terletak di daerah beriklim tropis. Namun, posisinya yang berada di antara dua benua dan dua samudra menjadikan iklim di kepulauan ini sangat beragam.

Dilihat dari perbandingan jumlah bulan kering dan basah setiap tahunnya, Indonesia dapat dibagi menjadi tiga tipe iklim:

- a. Daerah dengan tipe iklim A (sangat basah) yang memiliki puncak musim hujan antara Oktober dan Januari, terkadang hingga Februari. Wilayah ini mencakup Pulau Sumatra, Kalimantan, bagian barat dan tengah Pulau Jawa, serta sisi barat Pulau Sulawesi.
- b. Daerah dengan tipe iklim B (basah) yang musim hujannya mencapai puncak antara Mei dan Juli, sementara Agustus atau September menjadi bulan terkering. Daerah ini meliputi bagian timur Pulau Sulawesi, Maluku, dan sebagian besar Papua.
- c. Daerah dengan tipe iklim C (agak kering) yang memiliki curah hujan lebih sedikit dan bulan terkering yang lebih panjang. Wilayah ini mencakup Jawa Timur, sebagian Pulau Madura, Pulau Bali, Nusa Tenggara, dan bagian paling selatan Papua.

Berdasarkan variasi iklim ini, Indonesia memiliki beragam jenis hutan, termasuk hutan gambut, hutan hujan tropis, dan hutan muson.

- a. **Hutan gambut** terdapat di wilayah dengan tipe iklim A atau B, yang mencakup pantai timur Sumatra, sepanjang pantai dan sungai besar Kalimantan, serta sebagian besar pantai selatan Papua.
- b. **Hutan hujan tropis** mendominasi wilayah dengan tipe iklim A dan B. Hutan ini meliputi sebagian besar Pulau Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku Utara, dan Papua. Di bagian barat Indonesia, hutan ini ditandai dengan lapisan tajuk tertinggi yang didominasi oleh famili Dipterocarpaceae, terutama genus Shorea,

Dipterocarpus, Dryobalanops, dan Hopea, sementara lapisan tajuk di bawahnya ditempati oleh famili Lauraceae, Myristicaceae, Myrtaceae, dan Guttiferaceae. Di bagian timur, genus utamanya mencakup Pometia, Instia, Palaquium, Parinari, Agathis, dan Kalappia.

- c. **Hutan muson** tumbuh di wilayah dengan tipe iklim C atau D, termasuk di Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, NTB, sebagian NTT, bagian tenggara Maluku, dan sebagian pantai selatan Irian Jaya. Spesies pohon yang umum di hutan ini termasuk jati (*Tectona grandis*), walikukun (*Actinophora fragrans*), ekaliptus (*Eucalyptus alba*), cendana (*Santalum album*), dan kayu putih (*Melaleuca leucadendron*).

Berdasarkan sifat tanahnya

Berdasarkan karakteristik tanahnya, hutan-hutan di Indonesia terdiri dari hutan pantai, hutan mangrove, dan hutan rawa.

- a. Hutan pantai terletak sepanjang pantai yang kering, berpasir, dan tidak rata, seperti di sepanjang pantai selatan Jawa. Pohon yang umumnya tumbuh di sini termasuk ketapang (*Terminalia catappa*), waru (*Hibiscus tiliaceus*), cemara laut (*Casuarina equisetifolia*), dan pandan (*Pandanus tectorius*).
- b. Hutan mangrove di Indonesia mencakup area seluas 776.000 hektar dan tersebar di sepanjang pantai utara Jawa, pantai timur Sumatra, sepanjang pantai Kalimantan, dan pantai selatan Papua. Pohon-pohon utama yang tumbuh di sini termasuk dari genus *Avicennia*, *Sonneratia*, dan *Rhizophora*.
- c. Hutan rawa dapat ditemukan di hampir semua pulau, terutama di Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Spesies pohon rawa yang umum termasuk nyatoh (*Palaquium leiocarpum*), kempas (*Koompassia* spp), dan ramin (*Gonystylus* spp).

Berikut macam hutan di Indonesia:

a. Hutan Hujan Tropis

Hutan hujan tropis adalah jenis hutan yang memiliki tingkat kelembaban tinggi karena curah hujan yang melimpah setiap tahunnya, biasanya lebih dari 2.000 mm/tahun. Hutan hujan tropis biasanya terletak di wilayah dengan suhu udara rata-rata antara 20 hingga 30 derajat Celsius. Jenis hutan ini memiliki keanekaragaman vegetasi yang kaya karena mendapatkan cukup sinar matahari, meskipun cahaya matahari sulit menembus dasar hutan karena pepohonannya yang rapat. Keistimewaan wilayah hutan hujan tropis adalah letaknya yang melintasi garis khatulistiwa.

Sebagian besar kehidupan di hutan hujan tropis ditemukan di kanopi pohon daripada di lantai hutan, di mana kanopi menyediakan tempat berlindung bagi satwa-satwa yang menghabiskan waktu di sana selama siang hari. Satwa-satwa ini telah beradaptasi dengan cara-cara tertentu, seperti berkomunikasi melalui suara, karena kepadatan daun yang menyulitkan pergerakan. Hutan hujan tropis tersebar luas di Indonesia, terutama di pulau-pulau besar seperti Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua.

Manfaat hutan hujan tropis mencakup penyimpanan jutaan ton karbon karena keberagaman flora yang tumbuh di sana, perlindungan dari banjir dan kekeringan karena jumlah pepohonan yang banyak serta kemampuan penyerapan air hujan, stabilisasi tanah, pengaruh terhadap pola curah hujan, dan sebagai habitat bagi flora dan fauna liar. Hutan hujan tropis juga menjadi sumber daya penting bagi masyarakat sekitar untuk mencari penghidupan.

b. Hutan Bakau

Hutan bakau sering disamakan dengan hutan mangrove, meskipun keduanya memiliki perbedaan. Bakau, atau tumbuhan yang dikenal dengan nama latin

Rhizophora sp., adalah salah satu spesies yang membentuk ekosistem mangrove.



Gambar 8.10 Relawan dan Tim Lindungi Hutan

Relawan dan Tim Lindungi Hutan bersama brand kecantikan Somethinc berkolaborasi dalam kegiatan penanaman pohon mangrove di pesisir utara Jawa. Tumbuhan bakau merupakan genus yang dominan dalam membentuk ekosistem mangrove. Tanaman ini biasanya tersebar di garis pantai yang lebih dekat dengan perairan atau laut dibandingkan daratan.

Oleh karena itu, bakau memiliki akar tunjang sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungannya yang sering terkena pasang surut air laut, yang menyebabkan fluktuasi perendaman air. Hutan bakau di Indonesia tersebar di sepanjang pantai timur Sumatera, pantai barat dan selatan Kalimantan, pantai utara Jawa, dan barat daya Papua.

Beberapa lokasi yang menjadi habitat bagi pertumbuhan bakau yang baik antara lain Dangkanan Sunda dan Dangkanan Sahul. Di Dangkanan Sunda, kondisi pasang surut yang relatif tenang menciptakan ekosistem yang kondusif bagi pertumbuhan bakau. Di

wilayah Papua, perkiraan luas hutan bakau mencapai sekitar 1,3 juta hektar, atau sekitar sepertiga dari total luas hutan bakau di seluruh Indonesia.

Salah satu keuntungan dari keberadaan hutan bakau adalah menjadi habitat bagi beragam fauna seperti biawak, kepiting bakau, udang lumpur, serta berbagai jenis siput dan ikan tembakul. Lingkungan hutan bakau menciptakan kondisi yang ideal untuk perkembangan rantai makanan, di mana tanaman bakau menjadi produsen bagi ikan-ikan kecil dan kepiting karena banyak ikan yang bergantung pada daun bakau sebagai sumber makanan.

Selain itu, hutan bakau memiliki kemampuan untuk melindungi pantai dari abrasi akibat ombak serta potensi kerusakan yang disebabkan oleh tsunami. Manfaat lain dari hutan bakau termasuk menjaga kualitas air di daerah pesisir, berperan sebagai katalisator tanah atau menjaga kesuburan tanah, serta memberikan dampak ekonomi yang signifikan bagi masyarakat melalui sektor pariwisata, pertanian, dan budidaya tambak.

c. Hutan Mangrove

Mangrove adalah varietas komunitas yang ada di pantai tropik dan subtropik berupa pepohonan atau semak-semak yang tumbuh di daerah pasang surut air laut.

Komposisi jenis hutan mangrove tidaklah homogen, melainkan semua pepohonan dan semak yang ada di suatu kawasan, terkena pasang surut air laut dan membentuk komunitas, maka ia dikatakan sebagai hutan mangrove. Apabila tanaman yang menempati hutan pesisir dengan dominasi bakau (*Rhizophora* sp.), maka jenis hutan tersebut dinamakan hutan bakau seperti pembahasan sebelumnya.

Karakteristik dari tumbuhan di hutan mangrove yakni tumbuhan dengan akar napas yang berfungsi efektif untuk mencegah dan menanggulangi erosi pantai.

Persebaran hutan mangrove di Indonesia diantara ada di sisi barat dan timur pulau Sumatera dengan luasan hutan mangrove mencapai

417.000 ha. Beberapa titik di pulau Jawa dengan luasan mencapai 34.400 ha. Sepanjang pesisir pulau Kalimantan dengan luasan mencapai 165.000 ha. Sepanjang pesisir pulau Sulawesi dengan luasan mencapai 53.000 ha. Bagian barat pulau Papua dengan luasan mencapai 2.943.000 ha. Dan di Bali serta Nusa Tenggara dengan luasan mangrove di kedua wilayah tersebut mencapai 3.700 ha. Manfaat dari keberadaan jenis hutan mangrove tidak jauh berbeda dengan hutan bakau diantaranya yaitu:

- 1) Mencegah intrusi air laut atau perembesan air laut ke daratan yang berakibat pada perubahan pada mata air di daratan menjadi air payau.
- 2) Mencegah abrasi air laut, karena ombak di pinggiran laut yang tinggi berpotensi untuk mengikis daratan.
- 3) Penghambat dan penyaring alami untuk sampah-sampah yang tergenang di laut dan mempercepat penguraian sampah organik.
- 4) Tempat tinggal dan sumber makanan untuk berbagai jenis satwa seperti ikan-ikanan dan kepiting.
- 5) Membantu dalam pembentukan pulau dan menstabilkan daerah pesisir. Manfaat jenis hutan mangrove dalam pembentukan pulau dan daratan baru dimungkinkan karena akar tanaman di hutan bakau dapat menjaga tanah di daerah pesisir agar tetap padat dan tidak mudah tergerus ketika pasang surut air laut datang.

d. Hutan Sabana

Hutan sabana adalah area hutan yang didominasi oleh padang rumput yang dikelilingi oleh pepohonan atau semak-semak seperti palem dan akasia. Sabana merupakan ekosistem yang dapat ditemukan baik di dataran tinggi maupun rendah, di mana pohon-pohon tumbuh secara tidak merata dengan dominasi rumput di seluruh area hutan sabana.

Kondisi curah hujan yang rendah membuat pohon-pohon hijau sulit tumbuh di hutan sabana, yang membuatnya lebih sesuai untuk kawasan dengan curah hujan yang rendah. Hutan sabana tersebar di wilayah tropis dan subtropis.

Ciri khas hutan sabana terlihat dari fauna yang mendiami daerah tersebut, termasuk hewan-hewan yang mampu bertahan di lingkungan kering seperti badak, burung unta, macan tutul, singa, impala, kuda nil, jerapah, rusa, gajah, zebra, unta, rubah, bison, babun, dan masih banyak lagi.

Hutan sabana tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk hutan sabana di Kepulauan Komodo, Nusa Tenggara Timur yang terkenal dengan keberadaan Komodo sebagai ciri khas fauna lokalnya. Selain itu, ada hutan sabana di Sumba Timur, juga di Nusa Tenggara Timur, yang memiliki padang rumput terluas di wilayah Indonesia bagian timur. Di Nusa Tenggara Barat, terdapat hutan sabana Tanjung Ringgit di Lombok, yang mempesona dengan hamparan rumput dan ilalang serta panorama pantainya. Di wilayah yang sama, ada pula sabana Gunung Rinjani di Sembalun yang terletak di jalur pendakian.

Tak kalah menarik, di Jawa Timur terdapat hutan sabana Baluran, yang memperlihatkan padang rumput luas serta keberadaan hewan-hewan seperti kijang, macan tutul, dan banteng liar yang hidup bebas. Selain itu, ada sabana Gunung Bromo di Jawa Timur, sabana

Cidaon di Taman Nasional Ujung Kulon, dan sabana Gunung Merbabu di Taman Nasional Gunung Merbabu.

Manfaat dari jenis hutan sabana termasuk sebagai habitat dan sumber makanan bagi flora dan fauna, menyimpan cadangan air tanah karena luasnya permukaan lahan rumput, menjaga keseimbangan alam, serta berperan sebagai kawasan peternakan yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Dengan pengelolaan yang tepat, hutan sabana juga dapat menjadi sumber pendapatan ekonomi melalui kegiatan pariwisata dan penelitian.

e. Hutan Rawa

Hutan rawa adalah ekosistem di mana vegetasi tumbuhan berkembang dan hidup di area yang tergenang air tawar secara periodik atau konstan. Lokasi hutan rawa biasanya terletak di dekat sungai atau daerah aliran air, yang sering mengalami banjir saat musim hujan, sehingga kondisi ini memungkinkan pembentukan hutan rawa.

Struktur komposisi hutan rawa terdiri dari beberapa lapisan secara vertikal, termasuk strata sederhana seperti palem dan sagu. Salah satu ciri khas utama dari hutan rawa adalah lantai hutan yang terdiri dari lapisan gambut, yang membuat tanahnya cenderung lunak dan berlumpur.

Tumbuhan yang tumbuh di hutan rawa mencakup berbagai jenis, seperti paku-pakuan, jamur, lumut, eceng gondok, rumput, semanggi, dan tanaman air lainnya. Akar pepohonan atau tumbuhan di hutan rawa tidak begitu kuat menancap seperti di tanah yang padat.

Beberapa tipe hutan rawa meliputi:

- 1) Hutan rawa gambut, di mana tanahnya memiliki kandungan organik yang tinggi karena penguraian sisa-sisa hewan dan tumbuhan.
- 2) Hutan rawa air tawar, yang ditandai dengan keberadaan vegetasi yang lebat dan tanah yang kaya akan mineral.

- 3) Rawa tanpa hutan, merupakan daerah rawa yang hanya ditumbuhi oleh tumbuhan kecil seperti semak dan rumput air.

Persebaran hutan rawa di Indonesia terutama terdapat di daerah dataran rendah yang dilalui oleh sungai-sungai besar, seperti di Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Ketiga wilayah ini menyumbang sekitar 95% dari total luas hutan rawa di Indonesia.

Manfaat hutan rawa meliputi berbagai hal, termasuk menjadi sumber makanan bagi flora dan fauna yang mendiami area tersebut, menyediakan cadangan air, mencegah intrusi air laut ke dalam air tanah dan sungai yang merupakan sumber mata air alami, serta mengurangi risiko banjir.

f. Hutan Musim

Hutan musim adalah hutan yang terpengaruh oleh perubahan musim. Vegetasi tanaman di jenis hutan ini bervariasi tergantung pada musim yang berubah dan umumnya terdiri dari satu jenis tanaman saja. Sehingga, keragaman vegetasi di hutan musim cenderung kurang atau seragam. Jarak antara pohon satu dengan yang lainnya relatif cukup luas, dengan pohon biasanya mencapai ketinggian 12- 13 meter.

Pada saat musim penghujan, tanaman baru di hutan musim akan tumbuh subur, ditandai dengan daun yang hijau dan tumbuh dengan lebat. Sebaliknya, selama musim kemarau, daun akan mengering sebagai upaya adaptasi.

Berbagai jenis hutan musim sering dinamai sesuai dengan tumbuhan atau jenis pohon yang mendominasi di dalamnya. Contoh-contoh hutan musim yang diberi nama berdasarkan dominasi jenis tanamannya mencakup hutan jati, sengon, ketapang, bunga anggrek, sagu, kemiri, cendana, kayu putih, dan masih banyak lagi.

Hutan musim tersebar di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Nusa Tenggara Barat.

Manfaat dari hutan musim mencakup pengaturan tata air, sebagai habitat dan sumber makanan bagi flora dan fauna, penyedia obat-obatan alami, serta pengatur iklim. Hutan musim sering dimanfaatkan sebagai hutan produksi karena varietas tanaman yang tumbuh di dalamnya cenderung homogen.

g. Hutan Lumut

Hutan lumut, juga dikenal sebagai hutan musim, adalah ekosistem hutan yang terutama ditutupi oleh lumut dan tumbuhan lumut lainnya. Tumbuhan lumut mendominasi lapisan tanah, batu, dan permukaan pohon di hutan ini. Hutan lumut umumnya terjadi di daerah yang lembap dan teduh, seperti di daerah beriklim tropis dan subtropis, atau di pegunungan yang sering terkena kabut atau hujan.

Hutan lumut sangat penting karena berperan dalam menyimpan air, meredam erosi tanah, serta menyediakan habitat bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan yang khas. Selain itu, hutan lumut juga berperan dalam siklus air dan iklim, serta menyumbangkan nutrisi penting ke dalam ekosistem secara keseluruhan.

Di Indonesia, hutan lumut dapat ditemukan di berbagai wilayah dengan kelembapan yang tinggi, seperti di pegunungan atau daerah-daerah yang sering terkena hujan. Contoh hutan lumut termasuk hutan pegunungan di Papua, hutan pegunungan di Sumatra, dan hutan-hutan dataran tinggi di Jawa.



Gambar 8.11 Hutan lumut

Beberapa contoh hutan lumut di Indonesia termasuk:

- 1) Hutan pegunungan di Papua: Pegunungan di Papua, seperti Pegunungan Jayawijaya dan Pegunungan Maoke, merupakan contoh hutan lumut yang kaya akan keanekaragaman hayati. Di sini, hutan lumut dapat ditemukan di berbagai ketinggian, mulai dari dataran rendah hingga puncak gunung yang tinggi.
- 2) Hutan pegunungan di Sumatra: Di Pegunungan Bukit Barisan yang membentang di Pulau Sumatra, terdapat hutan-hutan lumut yang melimpah. Daerah-daerah seperti Taman Nasional Gunung Leuser dan Taman Nasional Kerinci Seblat adalah contoh hutan lumut yang penting di Sumatra.
- 3) Hutan pegunungan di Jawa: Meskipun lebih kecil dalam skala dibandingkan dengan Papua dan Sumatra, pegunungan di Jawa juga memiliki hutan lumut yang signifikan. Beberapa contohnya termasuk hutan-hutan di Taman Nasional Gede Pangrango, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru, dan Pegunungan Dieng.
- 4) Hutan pegunungan di Sulawesi: Pegunungan Sulawesi, seperti Pegunungan Lore Lindu dan Pegunungan Toraja, juga dikenal memiliki hutan-hutan lumut yang kaya akan keanekaragaman hayati.

Ini hanya beberapa contoh hutan lumut di Indonesia, masih banyak lagi kawasan hutan lumut lainnya yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Hutan lumut memiliki peran penting dalam menjaga keanekaragaman hayati, menyimpan air, serta mempertahankan keseimbangan ekosistem di wilayah-wilayah yang lembap dan teduh.

h. Hutan Lindung

Hutan lindung adalah kawasan hutan yang diperuntukkan untuk perlindungan, pemeliharaan, dan pelestarian lingkungan hidup serta keanekaragaman hayati. Tujuan utamanya adalah untuk menjaga ekosistem yang terdapat di dalamnya, melindungi spesies-spesies tanaman dan hewan yang hidup di hutan tersebut, serta menjaga ketersediaan air dan tanah. Hutan lindung sering kali memiliki status hukum yang dilindungi oleh pemerintah untuk mencegah kerusakan lingkungan dan eksploitasi yang berlebihan. Selain fungsi ekologisnya, hutan lindung juga memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas iklim global dengan menyerap karbon dioksida dari atmosfer.

Di Indonesia, terdapat banyak contoh hutan lindung yang tersebar di berbagai pulau dan wilayah. Beberapa contoh hutan lindung di Indonesia termasuk:

- 1) Taman Nasional Gunung Leuser: Terletak di Provinsi Aceh, Sumatra Utara, dan Sumatra Barat. Merupakan salah satu dari empat taman nasional yang membentuk Situs Warisan Dunia Taman Tropis Sumatra.
- 2) Taman Nasional Tanjung Puting: Terletak di Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah, di Pulau Kalimantan. Terkenal sebagai tempat perlindungan bagi orangutan Borneo.
- 3) Taman Nasional Ujung Kulon: Terletak di Provinsi Banten, Pulau Jawa. Merupakan rumah bagi badak Jawa yang terancam punah.

- 4) Taman Nasional Lore Lindu: Terletak di Provinsi Sulawesi Tengah, Pulau Sulawesi. Melindungi hutan tropis dan keanekaragaman hayati yang khas di wilayah tersebut.
- 5) Taman Nasional Komodo: Terletak di Provinsi Nusa Tenggara Timur, Pulau Komodo, Flores, Rinca, dan sekitarnya. Terkenal sebagai tempat hidupnya komodo, spesies kadal terbesar di dunia.
- 6) Hutan Lindung Bukit Barisan Selatan: Terletak di Provinsi Lampung, Bengkulu, dan Sumatra Selatan, di Pulau Sumatra. Memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan merupakan bagian dari Situs Warisan Dunia Taman Nasional Gunung Leuser.
- 7) Taman Nasional Wasur: Terletak di Papua, Papua Barat. Merupakan salah satu daerah yang melindungi hutan bakau terluas di Indonesia.

Ini hanyalah beberapa contoh hutan lindung di Indonesia. Masih ada banyak lagi kawasan hutan lindung lainnya di seluruh Indonesia yang memiliki peran penting dalam pelestarian lingkungan hidup dan keanekaragaman hayati.

i. Hutan Suaka Alam

Hutan Suaka Alam adalah salah satu bentuk kawasan konservasi yang ditetapkan oleh pemerintah untuk melindungi keanekaragaman hayati dan ekosistem tertentu. Kawasan ini biasanya memiliki karakteristik yang unik atau penting dari segi ekologi, biodiversitas, atau keberadaan spesies tertentu. Tujuan utama dari hutan suaka alam adalah untuk melindungi, mengelola, dan memelihara lingkungan hidup serta keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya.

Hutan Suaka Alam sering kali memiliki regulasi dan batasan yang ketat terhadap aktivitas manusia di dalamnya, termasuk pembatasan eksploitasi sumber daya alam dan pembangunan. Namun, beberapa kegiatan tertentu yang bersifat penelitian, pendidikan, atau

pariwisata yang berkelanjutan mungkin diizinkan dengan persyaratan tertentu.

Kawasan hutan suaka alam dapat ditemukan di berbagai wilayah di Indonesia dan biasanya diidentifikasi sebagai bagian dari sistem kawasan konservasi yang lebih luas. Peran pentingnya adalah untuk mempertahankan keberlangsungan ekosistem dan memastikan kelangsungan hidup spesies-spesies yang hidup di dalamnya.

Beberapa contoh hutan suaka alam di Indonesia antara lain:

- 1) Hutan Suaka Alam Raya Pasi: Terletak di Provinsi Aceh, hutan suaka alam ini memiliki luas sekitar 16.000 hektar dan terkenal dengan keberadaan satwa langka seperti harimau sumatera, gajah sumatera, dan orangutan sumatera.
- 2) Hutan Suaka Alam Way Kambas: Terletak di Provinsi Lampung, hutan suaka alam ini memiliki luas sekitar 130.000 hektar dan merupakan rumah bagi badak sumatera yang terancam punah, gajah, harimau, dan berbagai spesies burung langka.
- 3) Hutan Suaka Alam Gunung Gede Pangrango: Terletak di Provinsi Jawa Barat, hutan suaka alam ini merupakan salah satu dari Situs Warisan Dunia Taman Nasional Gunung Halimun-Salak dan Gunung Gede Pangrango. Kawasan ini memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, termasuk spesies endemik seperti Javan Gibbon dan Javan Hawk-Eagle.
- 4) Hutan Suaka Alam Gunung Leuser: Terletak di Provinsi Aceh dan Sumatra Utara, hutan suaka alam ini merupakan bagian dari Situs Warisan Dunia Taman Tropis Sumatra dan memiliki keanekaragaman hayati yang luar biasa, termasuk spesies seperti orangutan sumatera, harimau sumatera, dan gajah sumatera.

- 5) Hutan Suaka Alam Kutai: Terletak di Provinsi Kalimantan Timur, hutan suaka alam ini memiliki luas sekitar 2.000 hektar dan merupakan tempat habitat bagi orangutan kalimantan, bekantan, dan berbagai spesies unggas.

j. Hutan Produksi

Hutan produksi adalah kawasan hutan yang dikelola secara ekonomis dengan tujuan utama untuk memproduksi hasil hutan secara berkelanjutan. Dalam hutan produksi, kegiatan pemanenan kayu dan pengelolaan sumber daya hutan lainnya dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip keberlanjutan, termasuk regenerasi atau peremajaan hutan yang diambil hasil kayunya.

Tujuan dari hutan produksi adalah untuk memenuhi kebutuhan akan hasil hutan seperti kayu, bambu, rotan, serta produk-produk non- kayu lainnya, seperti buah-buahan hutan, getah, dan rempah- rempah. Selain itu, hutan produksi juga diharapkan dapat memberikan kontribusi ekonomi bagi masyarakat setempat dan negara secara keseluruhan melalui pendapatan dari hasil hutan.

Meskipun hutan produksi dimanfaatkan secara ekonomis, tetapi pengelolaannya harus tetap memperhatikan aspek kelestarian lingkungan dan keanekaragaman hayati, serta mematuhi peraturan dan regulasi yang berlaku dalam pengelolaan hutan secara berkelanjutan.

Beberapa contoh hutan produksi di Indonesia antara lain:

- 1) Hutan Produksi di Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kalimantan Selatan: Kawasan ini merupakan salah satu dari beberapa wilayah hutan produksi di Kalimantan Selatan yang dikelola untuk pemanenan kayu secara berkelanjutan.

- 2) Hutan Produksi di Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah: Kawasan hutan produksi ini memiliki potensi kayu yang cukup besar dan menjadi salah satu sumber pendapatan ekonomi bagi masyarakat setempat.
- 3) Hutan Produksi di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan: Kawasan hutan produksi di Sulawesi Selatan juga dikenal dengan potensi hasil hutan yang melimpah, termasuk kayu-kayuan dan produk non-kayu seperti buah-buahan hutan.
- 4) Hutan Produksi di Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara: Kawasan hutan produksi di Kalimantan Utara merupakan salah satu contoh dari hutan produksi yang dikelola secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan kayu baik untuk keperluan lokal maupun ekspor.
- 5) Hutan Produksi di Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat: Kawasan hutan produksi di Kalimantan Barat juga merupakan salah satu contoh dari hutan produksi yang dimanfaatkan secara ekonomis namun tetap memperhatikan kelestarian lingkungan.

Ini hanya beberapa contoh hutan produksi di Indonesia, masih banyak lagi kawasan hutan produksi lainnya yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia yang dimanfaatkan untuk produksi hasil hutan secara berkelanjutan.

Ditinjau dari jenis tumbuhan yang tumbuh di dalamnya, hutan terbagi menjadi dua kategori.

a. Hutan Homogen

Hutan homogen adalah jenis hutan yang terdiri dari satu jenis pohon utama atau spesies pohon yang mendominasi secara signifikan dalam komunitas hutan tersebut. Hal ini dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti gangguan manusia, kebakaran hutan, atau aktivitas alami lainnya yang menyebabkan penurunan keanekaragaman jenis pohon dalam suatu hutan.

Kondisi hutan homogen seringkali terjadi akibat praktik monokultur atau monosilvikultur dalam kegiatan kehutanan, di mana hanya satu jenis pohon yang ditanam dalam suatu areal hutan secara besar-besaran. Contohnya adalah hutan pinus yang ditanam secara monokultur di beberapa wilayah di Indonesia.

Hutan homogen cenderung memiliki kerentanan yang tinggi terhadap penyakit dan serangan hama, serta risiko yang lebih tinggi terhadap kebakaran hutan. Selain itu, keanekaragaman hayati dalam hutan homogen juga dapat terancam karena ketergantungan pada satu jenis pohon tertentu yang mendominasi. Oleh karena itu, pengelolaan hutan yang lebih beragam dan berkelanjutan lebih disarankan untuk mempertahankan keberlanjutan fungsi ekosistem hutan.

Salah satu contoh hutan homogen di Indonesia dapat ditemukan di wilayah hutan tanaman industri (HTI) yang dikelola secara monokultur. Misalnya, beberapa wilayah di Jawa Barat dan Jawa Tengah memiliki hutan homogen berupa perkebunan kayu jati atau hutan tanaman akasia yang dikelola secara komersial. Di samping itu, beberapa perusahaan kehutanan juga menerapkan praktik monokultur dalam pengelolaan hutan tanaman untuk tujuan ekonomi seperti perkebunan kelapa sawit.

Selain itu, terdapat juga contoh hutan homogen berupa hutan alami yang mengalami degradasi atau gangguan ekstensif, sehingga hanya tersisa satu jenis pohon yang mendominasi. Contoh lainnya adalah hutan alam yang ditebang secara selektif, sehingga hanya tersisa satu jenis pohon yang mendominasi lahan yang dulunya beragam jenis.

Namun, penting untuk dicatat bahwa kondisi hutan homogen tidak selalu diinginkan dalam pengelolaan hutan karena dapat menyebabkan kerentanan terhadap gangguan eksternal dan kehilangan

keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, praktik pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan beragam lebih diutamakan untuk menjaga fungsi ekosistem dan keberlanjutan hutan.

b. Hutan Heterogen

Hutan heterogen adalah jenis hutan yang memiliki keanekaragaman tumbuhan dan struktur yang tinggi, dengan beragam jenis pohon, tumbuhan semak, dan vegetasi lainnya yang tumbuh bersama-sama. Keanekaragaman ini bisa terjadi secara alami sebagai hasil dari berbagai faktor, termasuk iklim, topografi, dan sejarah alami lahan.

Hutan heterogen sering kali memiliki ekosistem yang lebih stabil dan beragam, karena adanya berbagai jenis tumbuhan yang mampu saling melengkapi dan mendukung keberlangsungan hidup satu sama lain. Selain itu, hutan heterogen juga mendukung keberagaman hayati yang tinggi, menyediakan habitat untuk berbagai jenis hewan, serangga, dan mikroorganisme.

Contoh hutan heterogen di Indonesia termasuk hutan hujan tropis yang memiliki beragam jenis pohon, semak, liana, dan epifit yang tumbuh bersama-sama membentuk ekosistem yang kompleks dan beragam. Hutan pegunungan dan hutan dataran rendah yang terdapat di berbagai wilayah di Indonesia sering kali merupakan contoh hutan heterogen yang penting untuk keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem.

Contoh hutan heterogen di Indonesia dapat ditemukan di berbagai wilayah, terutama di daerah-daerah dengan kondisi lingkungan yang beragam. Beberapa contoh termasuk:

- 1) Hutan Hujan Tropis di Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatra: Kawasan ini memiliki beragam jenis pohon, semak, epifit, dan tumbuhan lainnya yang tumbuh bersama-sama membentuk ekosistem yang

kompleks. Gunung Leuser terkenal dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, termasuk spesies endemik seperti orangutan sumatera dan harimau sumatera.

- 2) Hutan Pegunungan di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah: Kawasan ini merupakan contoh hutan heterogen yang penting di Pulau Sulawesi. Lore Lindu memiliki beragam topografi dan ketinggian yang mengakibatkan variasi iklim dan habitat, sehingga mendukung keberagaman hayati yang tinggi.
- 3) Hutan Bakau di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah: Meskipun hutan bakau cenderung terdiri dari satu jenis pohon utama, namun di Taman Nasional Tanjung Puting, hutan bakau tumbuh bersama-sama dengan hutan hujan tropis dan sungai-sungai yang memperkaya keanekaragaman hayati dan ekosistem secara keseluruhan.
- 4) Hutan Montane di Taman Nasional Gunung Rinjani, Lombok: Kawasan ini merupakan contoh hutan heterogen di Pulau Lombok yang meliputi berbagai jenis vegetasi seperti hutan pegunungan, padang rumput alpin, dan lahan basah di sekitar Danau Segara Anak.

Ini hanyalah beberapa contoh hutan heterogen di Indonesia. Masih banyak lagi kawasan hutan heterogen lainnya yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia yang mendukung keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem.

Manfaat Keberadaan Hutan

Berikut ini adalah manfaat adanya hutan-hutan di muka bumi ini.

a. Menjaga Kesuburan Tanah

Hutan, dengan keberagaman tumbuhan yang ada di dalamnya, memiliki kemampuan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Daun-daun yang gugur dari pohon

akan membusuk dan terurai di tanah, memberikan kontribusi pada kesuburan tanah. Hal ini memudahkan pengolahan lahan untuk penanaman kembali pohon-pohon baru.

b. Menciptakan Lapangan Kerja

Hutan merupakan sumber kehidupan atau mata pencaharian bagi banyak manusia. Berdasarkan penelitian, sekitar 1,6 miliar orang bergantung pada hutan untuk memenuhi kebutuhan ekonomi mereka setiap harinya. Menurut PBB, sekitar 10 juta orang di seluruh dunia sering bekerja dalam upaya konservasi hutan. Selain itu, hutan juga berperan dalam produksi kayu dan berbagai produk non-kayu, serta memberikan kontribusi sebesar 1% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) secara global.

c. Memenuhi Kebutuhan Manusia

Tidak dapat disangkal bahwa manusia telah meraih banyak keuntungan dari keberadaan hutan di bumi ini. Manusia memanfaatkan hutan sebagai sumber daya yang dapat diperbaharui untuk berbagai keperluan. Hutan dimanfaatkan manusia untuk memenuhi berbagai kebutuhan mereka, termasuk pembuatan kertas, kayu bakar, perabotan, bahan bangunan, dan bahkan pakaian..

d. Mencegah Erosi

Erosi dapat dicegah oleh kehadiran hutan. Hutan-hutan dengan akar yang kuat mampu menahan dan menggenggam tanah untuk mencegahnya terbawa oleh aliran hujan. Selain itu, hutan juga mampu mengurangi dampak langsung dari air hujan ke permukaan tanah. Air hujan akan jatuh terlebih dahulu ke daun-daun di permukaan dan diserap, sementara sisanya diserap oleh akar. Tanpa keberadaan pohon yang dapat menahan air hujan, tanah akan menjadi rentan terhadap erosi. Hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya longsor.

e. Kawasan Lindung dan Pariwisata

Hutan memiliki peran penting sebagai habitat bagi berbagai macam satwa yang perlu dilindungi. Selain itu, hutan juga dapat menjadi tempat penelitian yang sangat berharga. Di Indonesia, terdapat hutan-hutan yang secara khusus ditujukan untuk kegiatan wisata dan penelitian. Di hutan wisata, masyarakat dapat menikmati keindahan alam, melihat beragam flora dan fauna, serta melakukan berbagai kegiatan rekreasi yang menyenangkan.

f. Mencegah Banjir dan Menyimpan Cadangan Air

Hutan memiliki manfaat lain sebagai zona penyerapan air yang dapat membantu mencegah terjadinya banjir. Selain mampu mencegah erosi, akar-akar pohon di hutan juga dapat mengurangi risiko banjir. Air yang diserap oleh akar-akar ini akan menjadi sumber air penting di musim kemarau mendatang. Hal ini memastikan masyarakat tetap memiliki pasokan air untuk keperluan minum, irigasi, dan sanitasi.

g. Menghasilkan Oksigen

Anda mungkin sudah akrab dengan istilah yang disebut sebagai "paru-paru dunia" untuk menggambarkan hutan karena kemampuannya memasok oksigen ke atmosfer bumi. Berdasarkan sebuah penelitian, satu pohon dewasa dapat menghasilkan oksigen yang cukup untuk memenuhi kebutuhan 2 hingga 10 orang per hari. Selain itu, hutan juga mampu menyerap karbon dioksida hingga sekitar 2,6 miliar ton. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya menjaga hutan sebagai aset berharga.

Oleh karena itu, bagi mereka yang terlibat dalam bisnis atau usaha di sektor kehutanan, penting untuk menerapkan prinsip keberlanjutan dan mematuhi standar yang ditetapkan oleh ISO.

Berdasarkan pemanfaatan lahan

Luas hutan Indonesia terus menciut, sebagaimana diperlihatkan oleh tabel berikut: Luas Penetapan Kawasan Hutan oleh Departemen Kehutanan

Tahun Luas (Hektar):

1950 162,0 juta;

1992 118,7 juta;

2003 110,0 juta;

2005 93,92 juta.

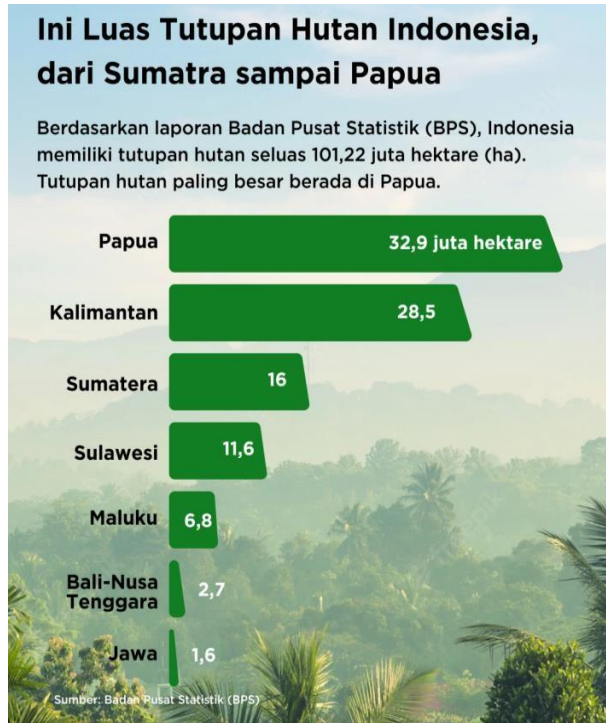
Berdasarkan hasil penafsiran citra satelit, kawasan hutan Indonesia yang mencapai 93,92 juta hektar pada 2005 itu dapat dirinci pemanfaatannya sebagai berikut:

- a. hutan tetap: 88,27 juta ha;
- b. hutan konservasi 15,37 juta ha;
- c. hutan lindung 22,10 juta ha;
- d. hutan produksi terbatas 18,18 juta ha;
- e. hutan produksi tetap 20,62 juta ha;
- f. hutan produksi yang dapat dikonversi: 10,69 juta ha;
- g. areal Penggunaan Lain (non-kawasan hutan) 7,96 juta ha.

Lahan hutan terluas ada di Papua (32,36 juta ha), diikuti berturut-turut oleh Kalimantan (28,23 juta ha), Sumatra (14,65 juta ha), Sulawesi (8,87 juta ha), Maluku dan Maluku Utara (4,02 juta ha), Jawa (3,09 juta ha), serta Bali dan Nusa Tenggara (2,7 juta ha).

Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memiliki tutupan hutan seluas 101,22 juta hektare (ha) pada 2021. Tutupan hutan tersebut mencapai 52,80% dari total luas daratan Indonesia yang mencapai 191,69 juta ha.

Tutupan hutan paling besar berada di wilayah Papua, yakni sekitar 32,88 juta ha pada 2021. Angka tersebut mencapai 77,91% dari total luas daratan pulaunya.



Grafik 8.25 Luas Tutupan Hutan Indonesia (Databoks.id)

Wilayah dengan tutupan hutan terbesar berikutnya adalah Kalimantan, yaitu 28,53 juta ha (52,42%). Diikuti Sumatera dengan tutupan hutan 16,05 juta ha (33,38%) dan Sulawesi 11,60 juta ha (61,54%). Setelahnya ada wilayah Maluku dengan luas tutupan hutan 6,78 juta ha (85,99%), Bali-Nusa Tenggara 2,74 juta ha (37,49%), dan Jawa 2,64 juta ha (20,4%).

Secara keseluruhan, BPS menyatakan luas tutupan hutan di Indonesia sudah berkurang selama periode 2017-2021. BPS melaporkan bahwa luas hutan berkurang terbesar di Pulau Kalimantan dan Papua, masing-masing sebesar 654.663 hektare dan 610.405 hektare. Mereka menekankan pentingnya pengelolaan hutan yang berkelanjutan untuk memastikan kelestarian ekosistem.

KLHK Pastikan Pengukuhan Kawasan Hutan Selesai Pada 2023

- » Luas Kawasan Hutan dan Konservasi Perairan di Indonesia: 125.797.052 ha
- » Realisasi Penetapan Sampai Desember 2021: 89.863.031 ha
- » Jumlah Surat Keputusan Penetapan: 2.151 SK

Aturan Hukum yang Berlaku

- » Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan.
- » Pengukuhan/penetapan kawasan hutan harus diselesaikan dalam kurun waktu 2 tahun setelah undang-undang berlaku atau pada 2023.

Fungsi Utama Penetapan Kawasan Hutan

- » Penetapan bagi aktivitas non berusaha.
- » Penetapan bagi aktivitas berusaha di kawasan hutan.

Tujuan Penetapan Kawasan Hutan

- » Mewujudkan kawasan hutan yang mantap.
- » Memiliki status jelas dan tegas.
- » Keberadaannya mendapat pengakuan dari masyarakat.
- » Bebas dari hak-hak pihak ketiga.

Data Luas Penetapan Hutan

Tahun	Luas Penetapan (Akumulasi dalam Ha)
» 2015	79.287.832
» 2016	85.838.801
» 2017	87.833.320
» 2018	88.145.055
» 2019	88.348.478
» 2020	88.585.951
» 2021	89.863.031



Penetapan Kawasan Hutan



Grafik 8.26 Data pengukuhan Kawasan

Dengan PP No 23 Tahun 2021, KLHK harus menyelesaikan penetapan kawasan hutan paling lambat pada 2023.(Ist/KLHK) KLHK akan mempercepat penetapan kawasan hutan sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2021, yang harus diselesaikan paling lambat pada tahun 2023. Untuk mencapai tujuan ini, KLHK akan mempercepat pemantapan kawasan hutan dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup di berbagai sektor pembangunan. Ini dilakukan melalui inventarisasi sumber daya hutan, penyelesaian batas kawasan hutan, dan percepatan pemetaan serta penetapan seluruh kawasan hutan.

Langkah-langkah yang akan diambil termasuk peningkatan keterbukaan data sumber daya hutan, integrasi perencanaan kawasan hutan, penyiapan prakondisi untuk meningkatkan tata kelola, dan perizinan yang jelas. Penetapan kawasan hutan adalah hal utama yang mendukung kegiatan di hutan, dengan tujuan menciptakan kawasan hutan yang mantap dan diakui masyarakat, serta bebas dari klaim pihak ketiga. Hal ini penting untuk

mendukung pembangunan nasional, terutama dalam Proyek Strategis Nasional (PSN).

Penataan batas dan penetapan kawasan hutan memberikan kejelasan hukum, pengakuan publik, serta kepastian hak tanah bagi masyarakat di sekitarnya. Hingga Desember 2021, luas kawasan hutan dan konservasi perairan Indonesia mencapai 125.797.052 hektare, dengan realisasi penetapan seluas 89.863.031 hektare dan 2.151 surat keputusan penetapan.

Penetapan luas kawasan hutan meningkat tajam selama 10 tahun terakhir, mencapai 71% dari total luas Kawasan Hutan dan Konservasi Perairan Indonesia. Rencana penyelesaian penetapan kawasan hutan yang ditargetkan pada 2022 dan 2023 adalah seluas 35.563.893 hektare, sejalan dengan amanat Undang-Undang Cipta Kerja dan PP No 23/2020. Strategi untuk mempercepat penetapan kawasan hutan termasuk pemanfaatan teknologi informasi dan koordinat geografis, evaluasi regulasi, serta peningkatan kapasitas SDM dan pemenuhan kebutuhan alat ukur.

Tanah Objek Reforma Agraria (TORA)

Dalam upaya pengukuhan kawasan hutan, KLHK terus berusaha menyelesaikan penguasaan tanah di Kawasan Hutan Negara melalui penataan kawasan hutan. Langkah-langkah ini mencakup empat kegiatan, termasuk Pengadaan Tanah Objek Reforma Agraria, Pengelolaan Perhutanan Sosial, Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan, serta Penggunaan Kawasan Hutan. Selain itu, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 7 Tahun 2021 Pasal 130 ayat (4), terdapat enam poin dalam Peta Indikatif Penyelesaian Penguasaan Tanah untuk Penataan Kawasan Hutan. Poin-poin tersebut meliputi alokasi Tanah Objek Reforma Agraria dari 20% Pelepasan Kawasan Hutan untuk perkebunan, kawasan Hutan Produksi Konversi tidak produktif, program pemerintah untuk pencadangan sawah baru, permukiman transmigrasi yang sudah memperoleh persetujuan prinsip pelepasan kawasan hutan, permukiman,

fasilitas sosial, fasilitas umum, dan lahan garapan pertanian, perkebunan, dan tambak.

Penyediaan TORA merupakan salah satu program peningkatan kesejahteraan rakyat marjinal. Hal ini tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019, yakni melakukan distribusi hak atas tanah petani.

3. Deforestasi

- a. Tahun 2021 menandai titik perubahan nasib hutan hujan Indonesia, wilayah terluas di luar Amazon dan Lembah Kongo.
- b. Tahun ini diawali dengan berita mengenai rekor penurunan laju deforestasi pada tahun 2020, yang disebabkan oleh kebijakan pemerintah, namun menurut beberapa pengamat, hal ini lebih disebabkan oleh faktor luar seperti pandemi.
- c. Tahun ini juga merupakan tahun berakhirnya moratorium penerbitan izin perkebunan kelapa sawit baru, dan para ahli memperingatkan akan terjadinya gelombang pembukaan hutan setelah kebijakan tersebut berakhir.
- d. Konflik lahan yang mempertemukan masyarakat lokal dan masyarakat adat dengan perusahaan agrobisnis dan pengembang mengalami peningkatan meskipun terjadi perlambatan ekonomi akibat pandemi ini, dan para pengamat menunjukkan kurangnya mekanisme penyelesaian konflik yang efektif.



Gambar 8.12 Deforestasi

Indonesia, bersama Brasil dan Republik Demokratik Kongo, adalah rumah bagi lebih banyak hutan hujan daripada negara lain di dunia. Sebagai salah satu negara kunci dalam hal lingkungan hidup dan keanekaragaman hayati, Indonesia mengalami beberapa tren penting dalam kehutanan tahun ini. Ini termasuk perlambatan deforestasi nasional dan pembekuan izin baru perkebunan kelapa sawit, tetapi juga masih ada konflik lahan yang tersebar di seluruh kepulauan. Meskipun deforestasi menurun secara nasional pada tahun 2020, ancaman masih tetap ada.¹⁸³ Sejak tahun 2001, Indonesia telah kehilangan hampir 30 juta hektar tutupan pohon, yang merupakan luas wilayah Italia dan hanya kalah dari hilangnya hutan di Brasil.

Laju deforestasi mencapai puncaknya pada tahun 2016 sebelum mengalami penurunan pada tahun 2017-2019, beberapa tahun setelah Joko Widodo menjabat sebagai presiden.

Pada tahun 2020, terjadi penurunan tajam laju deforestasi di Indonesia sebesar 75% dari tahun sebelumnya, menurut data pemerintah. Pemerintahan Presiden Joko Widodo mengaitkan perlambatan ini dengan kebijakan pemerintah yang baik, termasuk larangan permanen

¹⁸³ <https://news.mongabay.com/2021/12/indonesias-three-most-consequential-forestry-stories-of-2021/>

terhadap penerbitan izin pembukaan hutan tua, pembekuan sementara izin perkebunan kelapa sawit baru, program "perhutanan sosial" untuk masyarakat lokal, kampanye penegakan hukum terhadap perusahaan dan petani yang terlibat dalam kebakaran hutan, serta program rehabilitasi lahan gambut. Namun, skeptis mempertanyakan keefektifan kebijakan tersebut, menyoroti faktor lain seperti kondisi cuaca yang lebih basah dari biasanya, harga minyak sawit yang rendah, dan kemerosotan ekonomi akibat pandemi COVID-19 yang mungkin lebih berpengaruh. Beberapa pengamat menyarankan bahwa perlambatan deforestasi hanya akan bersifat sementara kecuali ada tindakan yang lebih drastis diambil.

Kelompok lingkungan hidup terkemuka di Indonesia menegaskan bahwa deforestasi di negara tersebut sedang meningkat. Meskipun penurunan hilangnya hutan terjadi pada paruh kedua tahun 2010-an dibandingkan dengan paruh pertama, dari 3,4 juta hektar menjadi 2,8 juta hektar, tren ini dianggap khawatir jika dilihat dari perspektif provinsi. Di 10 provinsi dengan hutan terbanyak, deforestasi justru meningkat dari 1,8 juta hektar menjadi 1,85 juta hektar.



Gambar 8.13 Hutan Hujan Kelapa Sawit
Kredit foto: NASA Landsat

Pembukaan hutan hujan untuk kelapa sawit di Gorontalo, Sulawesi pada tahun 2016. Kesepuluh provinsi tersebut – Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Tengah, Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, dan Aceh – memiliki 80% tutupan hutan yang tersisa di Indonesia. Beberapa di antaranya terletak di wilayah timur Indonesia, yang dipandang sebagai garda depan bagi perusahaan-perusahaan agribisnis dan ekstraktif yang berpikiran ekspansif, yang telah menghabiskan sebagian besar hutan dataran rendah di Sumatera dan Kalimantan. Hal ini terutama terjadi di provinsi Papua, dimana lebih dari 1 juta hektar (2,5 juta hektar) lahan hutan telah diberikan izin kepada perusahaan perkebunan kelapa sawit namun belum dibuka.

Mufthi Fathul Barri dari Forest Watch Indonesia menyampaikan peringatan tentang potensi kerusakan hutan di Papua, mirip dengan yang terjadi di Sumatera dan Kalimantan. Meskipun deforestasi melambat pada tahun 2020, ancaman terhadap hutan negara masih signifikan. Lebih dari 3,5 juta hektar hutan hujan di Indonesia masih terancam karena izin kepada perusahaan kelapa sawit, meningkatkan risiko tebang habis secara legal. Rencana program biofuel berbasis minyak sawit dan pembangunan lahan pertanian baru oleh Jakarta, seperti program "*food estate*", dapat mengancam lebih banyak lagi hutan di Indonesia, termasuk penebangan habitat orangutan di Kalimantan untuk perkebunan singkong raksasa. Meskipun ada jaminan dari menteri kehutanan, risiko ini tetap menjadi perhatian.

Arief Wijaya dari World Resources Institute Jakarta memperingatkan agar Indonesia tidak mengikuti jejak Brasil yang mengalami peningkatan drastis dalam deforestasi Amazon di bawah kepemimpinan Presiden Jair Bolsonaro. Meskipun deforestasi tahunan Brasil sebelumnya menurun sekitar 80%, Indonesia harus tetap mempertahankan prestasinya karena potensi deforestasi masih besar.

Berakhirnya pembekuan izin baru perkebunan kelapa sawit

Para pengamat memperingatkan ancaman lain terhadap hutan Indonesia: berakhirnya moratorium penerbitan izin perkebunan kelapa sawit baru selama tiga tahun, yang berakhir pada bulan September.



Gambar 8.14 Kebakaran Lahan Gambut

Kebakaran di lahan gambut di Cengal, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Gambar oleh Nopri Isim/Mongabay-Indonesia.

Pada tahun 2015, Presiden Widodo mengumumkan kebijakan moratorium sebagai respons terhadap bencana kebakaran hutan yang melanda Indonesia. Transformasi luas lahan gambut menjadi lanskap kering oleh perusahaan kelapa sawit dan kertas menjadi penyebab utama kebakaran hutan yang terjadi hampir setiap tahun. Kebijakan moratorium, ditandatangani pada tahun 2018, tidak hanya membekukan perizinan baru, tetapi juga mengamankan peninjauan kembali izin perkebunan kelapa sawit yang ada, dengan kemungkinan pencabutan izin yang bermasalah. Langkah ini disambut baik oleh pemerhati lingkungan dan aktivis hak-hak masyarakat adat, yang menyatakan bahwa banyak izin eksploitasi alam Indonesia yang dikeluarkan dalam kondisi hukum yang diragukan.

Meskipun ada desakan dari masyarakat sipil dan beberapa pejabat pemerintah daerah untuk memperpanjang moratorium, pemerintah Indonesia memilih untuk mengakhiri moratorium pada bulan September. Wakil Menteri Pertanian menyatakan bahwa negara akan menggunakan undang-undang yang ada untuk mengatur sektor kelapa sawit. Meskipun Kementerian Kehutanan telah menyatakan bahwa tidak akan ada zonasi ulang lahan hutan untuk pengembangan kelapa sawit, ini hanya berupa komitmen lisan. Beberapa pemerintah daerah, seperti Sanggau dan Gorontalo di Kalimantan dan Sulawesi, telah menguatkan ketentuan moratorium dalam peraturan daerah mereka, tetapi jumlahnya masih sedikit.



Gambar 8.15 Deforestasi Kalbar

Deforestasi di Kalimantan Barat, Indonesia pada lahan yang kemungkinan besar akan dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Gambar oleh Rhett A. Butler / Mongabay.

Selama periode moratorium tiga tahun, Indonesia mengalami sedikit kemajuan dalam peninjauan izin. Menurut Benidiktus Hery Wijayanto dari Papua Barat, provinsi tersebut adalah satu-satunya yang melewati proses peninjauan izin secara menyeluruh, sementara provinsi lain hanya mencatat jumlah konsesi tanpa melakukan peninjauan

mendalam. Para pejabat sepakat bahwa moratorium perlu diperpanjang agar pemerintah daerah memiliki waktu lebih untuk memperoleh data dari perusahaan yang seringkali enggan memberikannya.

Berbeda dengan pencabutan izin dalam sektor pertambangan, moratorium kelapa sawit hanya menghasilkan sedikit pencabutan izin. Bupati Sorong, Johny Kamuru, termasuk salah satu pemimpin daerah yang melakukan tindakan tersebut. Dia membatalkan izin beberapa perusahaan dengan alasan adanya pelanggaran yang diidentifikasi dalam audit tingkat provinsi. Pada bulan Desember, pengadilan menolak gugatan yang diajukan oleh dua perusahaan terhadap keputusan pemerintahan Kamuru.

Epidemi konflik pertanahan di Indonesia terus berlanjut

Data baru menunjukkan bahwa epidemi konflik lahan terus berlanjut di Indonesia. Laporan penelitian yang menyelidiki 150 konflik lahan terkait kelapa sawit di empat provinsi mengungkapkan bahwa 243 orang terluka dan 19 meninggal, dengan 30 demonstrasi atau blokade yang disikapi dengan kekerasan oleh aparat keamanan. Sebanyak 42% kasus melibatkan penangkapan warga, dengan total 798 penangkapan. Para peneliti menyimpulkan bahwa Indonesia belum memiliki mekanisme efektif untuk menyelesaikan konflik pertanahan. Wakil Menteri Pertanahan menyatakan bahwa kementeriannya sedang menguji penggunaan lembaga mediasi independen untuk menyelesaikan dua kasus, yang jika berhasil, dapat membuka jalan bagi pembentukan badan khusus untuk mengatasi konflik.

Konsorsium Reforma Agraria, atau KPA, mengaku terkejut melihat peningkatan konflik pertanahan pada tahun 2020, meskipun pandemi menyebabkan resesi pertama dalam beberapa dekade, yang diharapkan membatasi aktivitas perusahaan sumber daya alam. Mereka mencatat 241 konflik lahan yang melibatkan 359 desa pada tahun tersebut. Sekretaris Jenderal KPA, Dewi Kartika, menyoroti bahwa perusahaan memanfaatkan kebijakan penjarakan sosial yang

diberlakukan oleh pemerintah, yang menghambat protes dan advokasi hak asasi manusia di pedesaan.



Gambar 8.16 Demo aktivis

Sekelompok aktivis yang peduli terhadap Gunung Slamet melakukan protes pada bulan Juli di kantor DPRD Banyumas menentang pembangunan pembangkit listrik tenaga panas bumi Baturraden karena pencemaran sungai dan penggundulan hutan. Foto oleh L. Darmawan/Mongabay-Indonesia.

Sektor perkebunan dan proyek infrastruktur menyebabkan sebagian besar konflik di Indonesia. Proyek infrastruktur, termasuk bandara, jalan tol, bendungan, dan pelabuhan yang merupakan bagian dari program infrastruktur Presiden Widodo, menyebabkan 30 kasus konflik, 17 di antaranya dianggap sebagai "kepentingan strategis nasional." Selama lima tahun pertama pemerintahan Presiden Widodo, tercatat 2.291 konflik, meningkat dari 1.770 kasus pada periode sebelumnya.

Sektor pertambangan juga menciptakan konflik dengan masyarakat lokal. Pada tahun 2020, 69 orang "dikriminalisasi" dalam perselisihan dengan perusahaan pertambangan. Program "10 Bali Baru" untuk pembangunan lokasi wisata baru telah memicu konflik, termasuk

penggusuran komunitas Masyarakat Adat Pomparan Ompu Ondol Butarbutar untuk proyek hotel mewah.

Meskipun beberapa masyarakat adat telah diberikan sertifikat tanah adat, masih banyak yang belum mendapatkan pengakuan formal atas tanah mereka. RUU tentang hak-hak masyarakat adat masih tertunda di parlemen, sementara Kementerian Pertanahan terus menyembunyikan data izin perkebunan kelapa sawit, yang menghambat penyelesaian konflik pertanahan.

4. Food estate

Food estate di Indonesia adalah program pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan produksi pangan nasional dengan mengembangkan lahan pertanian baru secara besar-besaran. Program ini mencakup pengembangan lahan pertanian di berbagai wilayah, termasuk di pulau Kalimantan dan Papua, untuk ditanami dengan berbagai tanaman pangan seperti padi, jagung, kedelai, dan tanaman lainnya. Food estate diharapkan dapat meningkatkan ketahanan pangan nasional dan mengurangi ketergantungan pada impor pangan.

Dasar hukum untuk program food estate di Indonesia berasal dari berbagai peraturan dan kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah, antara lain:

- a. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, yang memberikan dasar hukum untuk pengelolaan lahan pertanian pangan.
- b. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, yang mengatur rencana tata ruang wilayah nasional termasuk pengembangan lahan pertanian.
- c. Instruksi Presiden Nomor 8 Tahun 2020 tentang Peningkatan Produksi Pangan Nasional, yang memberikan arahan kepada pemerintah untuk

meningkatkan produksi pangan, termasuk melalui program food estate.

- d. Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2020 tentang Kawasan Strategis Nasional, yang mencakup pengembangan kawasan pertanian strategis termasuk food estate.
- e. Berbagai kebijakan dan regulasi terkait lainnya yang dikeluarkan oleh kementerian terkait seperti Kementerian Pertanian, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), dan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN).

Dengan dasar hukum ini, pemerintah Indonesia melaksanakan program food estate sebagai upaya untuk meningkatkan produksi pangan nasional dan mencapai ketahanan pangan.

Program food estate di Indonesia telah menjadi kontroversial karena beberapa alasan:

- a. Dampak Lingkungan: Pengembangan lahan untuk food estate sering kali melibatkan penebangan hutan atau konversi lahan gambut, yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan hilangnya habitat alami serta keragaman hayati. Ini dapat berdampak negatif pada ekosistem lokal, termasuk ketersediaan air dan kualitas tanah.
- b. Konflik Lahan: Pengembangan food estate sering kali memicu konflik dengan masyarakat lokal, terutama masyarakat adat yang mengklaim kepemilikan atau hak penggunaan atas tanah yang akan dikonversi. Penggusuran paksa dan ketidakadilan dalam penyelesaian konflik lahan telah menjadi masalah utama.
- c. Kehandalan Teknis dan Ekonomi: Beberapa proyek food estate dianggap tidak memadai secara teknis dan ekonomi. Terdapat kekhawatiran bahwa sebagian besar proyek tidak berkelanjutan dalam jangka panjang dan tidak memperhitungkan aspek-aspek seperti

keberlanjutan sumber daya alam, efisiensi penggunaan lahan, atau permintaan pasar yang sebenarnya.

- d. Keterlibatan Pihak Swasta: Program food estate sering kali melibatkan investasi dari sektor swasta, yang dapat menghasilkan konsentrasi kepemilikan lahan dan keuntungan yang tidak merata. Hal ini dapat meningkatkan ketimpangan ekonomi dan sosial di daerah tersebut.
- e. Pencapaian Target: Meskipun tujuan program food estate adalah untuk meningkatkan produksi pangan nasional dan mencapai ketahanan pangan, belum ada bukti yang meyakinkan bahwa program ini telah mencapai hasil yang diharapkan. Beberapa proyek food estate bahkan tidak mencapai target produksi yang ditetapkan oleh pemerintah.

Kontroversi-kontroversi ini telah menimbulkan pertentangan dan kritik dari berbagai pihak, termasuk LSM lingkungan, masyarakat lokal, dan beberapa ahli pertanian dan pembangunan. Perdebatan terus berlanjut mengenai efektivitas dan keberlanjutan program food estate di Indonesia.

Pemerintah Indonesia telah mengklaim bahwa program food estate mereka berhasil dalam meningkatkan produksi pangan nasional dan mencapai ketahanan pangan. Mereka menyoroti pencapaian dalam peningkatan produksi padi, jagung, dan komoditas pangan lainnya di beberapa lokasi food estate. Selain itu, pemerintah juga mengatakan bahwa program ini telah menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat di sekitar lokasi food estate. Meskipun demikian, klaim tersebut telah dipertanyakan oleh beberapa pihak, terutama karena adanya pertentangan mengenai data yang digunakan dan metodologi evaluasi yang digunakan oleh pemerintah untuk mengukur keberhasilan program tersebut.

Food estate di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah, merupakan bagian dari program food estate yang diluncurkan oleh pemerintah Indonesia. Food estate ini bertujuan untuk meningkatkan produksi pangan nasional, khususnya dalam hal produksi padi, jagung, dan komoditas pangan lainnya. Food estate tersebut mencakup pengembangan lahan pertanian yang luas untuk meningkatkan produktivitas pertanian.

Di Kabupaten Gunung Mas, food estate ini dirancang untuk mengembangkan lahan pertanian di daerah rawa gambut dengan menerapkan teknologi pertanian modern. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produksi padi, jagung, dan komoditas pangan lainnya secara signifikan. Food estate ini diharapkan dapat memberikan dampak positif dalam mencapai ketahanan pangan nasional dan meningkatkan kesejahteraan petani di daerah tersebut.

Namun, program food estate di Kabupaten Gunung Mas, seperti program serupa di tempat lain, juga menuai kontroversi dan kritik dari beberapa pihak terkait dampak lingkungan, hak masyarakat adat, dan efektivitas program tersebut dalam mencapai tujuan ketahanan pangan nasional.

5. Hutan Adat

Hutan adat adalah hutan yang dikelola dan dimanfaatkan secara tradisional oleh masyarakat adat atau masyarakat lokal yang tinggal di sekitarnya. Hutan adat merupakan bagian integral dari kehidupan dan kebudayaan masyarakat adat, yang sering kali memiliki pengetahuan lokal dan kearifan tradisional dalam menjaga, mengelola, dan memanfaatkan sumber daya hutan secara lestari.

Masyarakat adat biasanya memiliki hubungan yang kuat dengan hutan adat, baik secara spiritual, sosial, maupun ekonomi. Mereka menggunakan hutan adat sebagai sumber makanan, obat-obatan tradisional, bahan bangunan, dan keperluan sehari-hari lainnya. Selain itu, hutan adat juga

memiliki nilai penting dalam menjaga keanekaragaman hayati, menjaga ketersediaan air, dan mengatur iklim.

Pengakuan dan perlindungan terhadap hutan adat menjadi penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan hidup, mendukung hak-hak masyarakat adat, serta mempromosikan prinsip-prinsip keadilan sosial dan keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam.

Beberapa contoh hutan adat di Indonesia antara lain:

- a. Hutan adat di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah: Masyarakat adat Kaili di sekitar Taman Nasional Lore Lindu memiliki hutan adat yang mereka kelola secara tradisional untuk keperluan hidup sehari-hari dan menjaga keanekaragaman hayati.
- b. Hutan adat di Taman Nasional Tanjung Puting, Kalimantan Tengah: Masyarakat Dayak di sekitar Taman Nasional Tanjung Puting memiliki hubungan tradisional dengan hutan adat mereka, yang menjadi habitat bagi satwa langka seperti orangutan.
- c. Hutan adat di Pegunungan Arfak, Papua Barat: Masyarakat adat di Pegunungan Arfak, terutama suku-suku seperti suku Biak, memiliki hutan adat yang penting bagi kehidupan dan keberlangsungan budaya mereka.
- d. Hutan adat di Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara: Masyarakat adat di sekitar Taman Nasional Gunung Leuser, seperti suku Aceh dan suku Karo, menjaga dan memanfaatkan hutan adat mereka secara tradisional.

Ini hanya beberapa contoh, karena hutan adat tersebar di berbagai daerah di seluruh Indonesia, dan setiap masyarakat adat memiliki hubungan yang unik dengan hutan adat mereka.

Dasar hukum hutan adat di Indonesia termasuk:

- a. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan: Undang-undang ini memberikan pengakuan terhadap hak-hak masyarakat adat atas hutan adat mereka.

- b. Keputusan Presiden Nomor 86 Tahun 2018 tentang Pengukuhan dan Perlindungan Hutan Adat: Keputusan Presiden ini memberikan dasar hukum untuk pengakuan, perlindungan, dan pengelolaan hutan adat di Indonesia.
- c. Peraturan Pemerintah Nomor 99 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup di Kawasan Hutan: Peraturan Pemerintah ini memberikan landasan hukum untuk pengakuan dan perlindungan hutan adat dalam pengelolaan lingkungan hidup di kawasan hutan.
- d. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.83/MenLHK-II/2016 tentang Tata Cara Penetapan, Perlindungan, dan Pengelolaan Hutan Adat: Peraturan Menteri ini mengatur tata cara penetapan, perlindungan, dan pengelolaan hutan adat di Indonesia.

Dengan dasar hukum ini, pemerintah Indonesia berupaya memberikan pengakuan dan perlindungan yang lebih baik terhadap hutan adat dan hak-hak masyarakat adat atas hutan adat mereka.

Fakta di lapangan terkadang terjadi konflik antara masyarakat hutan adat dengan pemerintah Indonesia di mana masyarakat tersebut merasa diusir atau dipinggirkan dari hak-hak mereka atas hutan adat. Beberapa faktor yang menyebabkan konflik ini antara lain:

- a. **Pengalihan Lahan untuk Proyek Pembangunan:** Pemerintah Indonesia seringkali mengalihkan atau memberikan izin penggunaan lahan hutan adat untuk proyek pembangunan seperti perkebunan, pertambangan, atau infrastruktur, tanpa memberikan konsultasi atau mendapatkan persetujuan dari masyarakat adat yang berhak atas hutan tersebut.
- b. **Ketidaksesuaian Peraturan:** Terkadang peraturan atau kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah tidak memperhatikan atau bertentangan dengan hak-hak masyarakat adat atas hutan adat mereka, sehingga

menimbulkan konflik terkait kepemilikan dan pengelolaan hutan.

- c. **Ketidaktersediaan Data yang Akurat:** Masih terdapat kendala terkait ketidaktersediaan data yang akurat mengenai batas- batas hutan adat dan kepemilikan hak-hak masyarakat adat, yang dapat memperumit penyelesaian konflik.
- d. **Penegakan Hukum yang Lemah:** Kadangkala penegakan hukum terhadap pelanggaran terhadap hak-hak masyarakat hutan adat kurang efektif, sehingga masyarakat adat merasa tidak dilindungi oleh hukum.

Dalam beberapa kasus, konflik ini dapat mengakibatkan masyarakat hutan adat diusir atau dipinggirkan dari hutan adat mereka, menyebabkan ketidakpuasan dan ketegangan antara pemerintah dan masyarakat adat. Upaya penyelesaian konflik yang inklusif, melibatkan dialog dan negosiasi antara pemerintah dan masyarakat adat, seringkali menjadi kunci untuk mengatasi masalah ini secara damai dan berkelanjutan.

Salah satu contoh konflik antara masyarakat hutan adat dan pemerintah terjadi di wilayah Taman Nasional Tesso Nilo di Provinsi Riau, Sumatera. Di sana, terdapat konflik antara suku masyarakat adat dengan perusahaan-perusahaan kehutanan yang memiliki izin untuk mengeksploitasi hutan di dalam kawasan tersebut. Masyarakat adat setempat berusaha mempertahankan hak-hak mereka atas tanah dan hutan yang dianggap sebagai wilayah adat mereka, sementara pemerintah dan perusahaan-perusahaan tersebut berpegang pada izin-izin yang dikeluarkan oleh otoritas setempat.

Konflik ini mencakup sejumlah isu, termasuk pencemaran lingkungan, kehilangan mata pencaharian tradisional, dan kerusakan habitat satwa liar. Masyarakat adat berusaha mempertahankan keberadaan hutan untuk menjaga keberlangsungan hidup mereka, sementara

pemerintah dan perusahaan-perusahaan mencoba untuk melaksanakan proyek-proyek pembangunan dan ekonomi yang dianggap dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi daerah.

Konflik semacam ini sering kali memunculkan ketegangan dan kekerasan, dengan masyarakat adat seringkali menghadapi intimidasi, ancaman, atau bahkan tindakan represif dari aparat keamanan atau pihak-pihak yang berkepentingan. Ini menjadi salah satu contoh yang menggambarkan kompleksitas dan intensitas konflik antara masyarakat adat dan pemerintah dalam konteks perlindungan hutan dan hak-hak atas tanah.

Alih fungsi hutan termasuk didalamnya deforestasi memerlukan riset penelitian yang lebih lanjut, maka kita menyarankan ada riset terkait hutan, masyarakat hutan adat dll.

Saran Tema terkait penelitian misalnya:

- a. Analisis alih fungsi hutan terhadap masyarakat hutan adat
- b. Apa manfaat food estate bagi masyarakat adat yang tergusur tanahnya
- c. Apa manfaat hutan bagi masyarakat sekitar dll.

BAB 9 | PERAWATAN TANAH BERKELANJUTAN

A. Etimologi

Berkelanjutan dalam bahasa Inggris *sustainablilty* berasal dari kata *Sustainable*. Istilah "sustainable" berasal dari kata Latin "sustinere," yang berarti "to hold up (menahan)" atau "to support (mendukung)." Akar bahasa Latin ini menyampaikan gagasan mempertahankan sesuatu atau menjaganya tetap ada. Seiring berjalannya waktu, kata tersebut berkembang dalam berbagai bahasa, mempertahankan makna dasarnya yang dapat dipertahankan atau dilanjutkan seiring berjalannya waktu.

Dalam bahasa Inggris, istilah —sustainable muncul pada akhir abad ke-20 dalam konteks wacana lingkungan hidup, khususnya kaitannya dengan pembangunan berkelanjutan. Konsep pembangunan berkelanjutan dipopulerkan oleh Laporan Brundtland¹⁸⁴ yang diterbitkan oleh *the United Nations World Commission on Environment and Development*¹⁸⁵ (Komisi Lingkungan dan Pembangunan Dunia Perserikatan Bangsa-Bangsa) pada tahun 1987. Laporan tersebut mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai —pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan masa kini. kebutuhan mereka sendiri."

¹⁸⁴ <https://www.britannica.com/topic/Brundtland-Report>

¹⁸⁵ <https://www.britannica.com/topic/World-Commission-on-Environment-and-Development>

Menurut kamus Merriam-Webster¹⁸⁶, "*sustainable*" atau berkelanjutan didefinisikan sebagai:

1. Mampu dipertahankan: mampu dipertahankan atau dilanjutkan dalam jangka waktu yang lama.
2. Tentu saja, berkaitan dengan, atau menjadi suatu metode pemanenan atau penggunaan suatu sumber daya sehingga sumber daya tersebut tidak habis atau rusak secara permanen.

Definisi-definisi ini menyoroti gagasan keberlanjutan sebagai kemampuan untuk mempertahankan atau mendukung sesuatu dalam jangka panjang tanpa menyebabkan penipisan atau kerusakan signifikan terhadap sumber daya atau lingkungan. Dalam berbagai konteks, keberlanjutan mengacu pada praktik, proses, atau sistem yang menyeimbangkan pertimbangan ekonomi, lingkungan, dan sosial untuk menjamin kesejahteraan generasi saat ini dan masa depan.

Dari konsep ini, istilah —berkelanjutan‖ kemudian dikaitkan dengan praktik dan kebijakan yang bertujuan untuk menyeimbangkan pertimbangan ekonomi, sosial, dan lingkungan untuk menjamin kesejahteraan dan penggunaan sumber daya dalam jangka panjang. Saat ini, kata

¹⁸⁶ Kamus Merriam-Webster telah diterbitkan dalam berbagai edisi selama bertahun-tahun. Kamus Merriam-Webster asli pertama kali diterbitkan pada tahun 1828 oleh George dan Charles Merriam di Springfield, Massachusetts. Sejak itu, terdapat banyak edisi yang direvisi dan diperbarui, dengan penambahan kata-kata baru dan definisi yang disempurnakan untuk mencerminkan perubahan dalam bahasa dan penggunaan dari waktu ke waktu. Edisi terbaru terus diperbarui untuk memasukkan kata-kata baru, makna, dan perkembangan linguistik. pembaruan terakhir pada bulan Januari 2022, revisi terbaru kamus Merriam-Webster yang tersedia adalah "Kamus Perguruan Tinggi Merriam-Webster, Edisi Kesebelas," yang diterbitkan pada tahun 2003. Namun, perlu dicatat bahwa Merriam-Webster secara rutin memperbarui kamus daringnya dengan kata-kata baru, makna, dan revisi, jadi meskipun edisi cetaknya mungkin belum diperbarui akhir-akhir ini, versi online terus berkembang. Untuk informasi terkini, sebaiknya lihat kamus online Merriam-Webster.

"berkelanjutan" umumnya digunakan dalam berbagai konteks di luar kelestarian lingkungan, seperti pertanian berkelanjutan, praktik bisnis berkelanjutan, dan kehidupan berkelanjutan, dan lain-lain. Etimologinya mencerminkan gagasan inti untuk mendukung atau memelihara sesuatu dari waktu ke waktu sambil meminimalkan dampak negatif dan melestarikan sumber daya untuk generasi mendatang.

Kata —berkelanjutan mengacu pada kapasitas suatu sistem, proses, atau aktivitas untuk dipertahankan atau dilanjutkan dalam jangka panjang tanpa menghabiskan sumber daya yang menjadi sandarannya atau menyebabkan kerusakan signifikan terhadap lingkungan, masyarakat, atau perekonomian. Keberlanjutan mencakup tiga pilar utama: lingkungan, sosial, dan ekonomi.

1. Kelestarian lingkungan: Aspek ini berfokus pada pelestarian sumber daya alam, meminimalkan polusi dan limbah, serta menjaga keseimbangan ekologi untuk menjamin kesehatan dan kesejahteraan generasi sekarang dan mendatang. Hal ini melibatkan praktik-praktik seperti konservasi, penggunaan energi terbarukan, pengurangan limbah, dan perlindungan keanekaragaman hayati.
2. Keberlanjutan sosial: Keberlanjutan sosial berarti memastikan bahwa kebutuhan manusia terpenuhi secara adil dan merata di dalam dan antar generasi. Hal ini termasuk mendorong keadilan sosial, kesetaraan, keberagaman, inklusivitas, dan kesejahteraan masyarakat. Hal ini menekankan pada faktor-faktor seperti akses terhadap pendidikan, layanan kesehatan, kesempatan kerja, kebutuhan dasar, dan pelestarian budaya.
3. Keberlanjutan ekonomi: Keberlanjutan ekonomi mengacu pada kemampuan suatu sistem ekonomi untuk mendukung kemakmuran dan pertumbuhan jangka panjang tanpa mengorbankan kesejahteraan generasi sekarang dan masa depan. Hal ini melibatkan peningkatan pembangunan ekonomi yang inklusif, adil, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Hal ini dapat mencakup praktik bisnis

berkelanjutan, investasi etis, perdagangan adil, dan promosi ekonomi lokal.

Secara keseluruhan, mencapai keberlanjutan memerlukan pendekatan holistik yang menyeimbangkan pertimbangan lingkungan, sosial, dan ekonomi untuk memastikan hubungan yang harmonis dan tangguh antara aktivitas manusia dan alam. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.



Grafik 9.1 Diagram Venn Sustainable Development¹⁸⁷
Pembangunan Berkelanjutan

B. Pembangunan Pertanian Berkelanjutan (*Sustainable Agricultural Development*)

Teori pembangunan pertanian berkelanjutan telah dibentuk oleh kontribusi berbagai individu dan organisasi dari waktu ke waktu. Meskipun sulit untuk mengaitkan pendiriannya dengan satu orang, ada beberapa tokoh penting yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap pengembangan dan promosi prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan.

¹⁸⁷ <https://www.conceptdraw.com/examples/venn-diagram-for-sustainable-development>

Salah satu tokoh terkemuka adalah Sir Albert Howard, seorang ilmuwan pertanian asal Inggris, yang pada awal abad ke-20 menekankan pentingnya praktik pertanian organik, kesehatan tanah, dan keberlanjutan ekologi dalam pertanian. Karyanya meletakkan dasar bagi banyak konsep yang merupakan bagian integral dari pertanian berkelanjutan.

Tokoh penting lainnya adalah Rachel Carson, seorang ahli biologi kelautan dan konservasionis Amerika, yang bukunya yang inovatif —*Silent Spring* yang diterbitkan pada tahun 1962 meningkatkan kesadaran tentang dampak lingkungan dari pestisida kimia dan berkontribusi pada munculnya gerakan lingkungan modern, yang mencakup pertanian berkelanjutan sebagai sebuah kebijakan. komponen kunci.

Selain itu, organisasi seperti Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) dan Institut Internasional untuk Pembangunan Berkelanjutan (IISD) telah memainkan peran penting dalam memajukan pertanian berkelanjutan melalui penelitian, pengembangan kebijakan, dan inisiatif peningkatan kapasitas.

Teori pembangunan pertanian berkelanjutan merupakan hasil upaya kolektif dari berbagai individu, peneliti, praktisi, dan organisasi yang telah bekerja untuk mempromosikan sistem pertanian yang berwawasan lingkungan, layak secara ekonomi, dan berkeadilan sosial.

Pembangunan pertanian berkelanjutan bergantung pada beberapa pilar utama untuk memastikan kelangsungan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Pilar-pilar ini saling berhubungan dan mendukung tujuan keseluruhan untuk mengembangkan praktik pertanian yang dapat memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Beberapa pilar utama pembangunan pertanian berkelanjutan meliputi:

1. *Pelestarian Lingkungan*: Pilar ini menekankan pentingnya melindungi sumber daya alam seperti tanah, air, dan keanekaragaman hayati. Pertanian berkelanjutan bertujuan

untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dengan mendorong praktik-praktik yang mengurangi erosi tanah, menghemat air, meminimalkan penggunaan bahan-bahan sintesis seperti pestisida dan pupuk, serta melestarikan habitat alami.

Konservasi lingkungan dalam pertanian mengacu pada praktik dan prinsip yang bertujuan melestarikan dan melindungi sumber daya alam dan ekosistem sekaligus memproduksi pangan, serat, dan produk pertanian lainnya. Hal ini melibatkan minimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan dan mendorong penggunaan sumber daya secara berkelanjutan untuk menjamin keseimbangan ekologi jangka panjang. Beberapa aspek kunci dari pelestarian lingkungan di bidang pertanian meliputi:

- a. *Konservasi Tanah*: Tanah merupakan sumber daya penting bagi pertanian, yang menyediakan landasan bagi pertumbuhan tanaman. Praktik konservasi tanah bertujuan untuk mencegah erosi tanah, menjaga kesuburan tanah, dan mengurangi degradasi tanah. Teknik seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, penanaman penutup tanah, dan pengolahan tanah konservasi membantu meminimalkan erosi dan meningkatkan kesehatan tanah.
- b. *Konservasi Air*: Air sangat penting untuk produksi pertanian, namun penggunaan berlebihan dapat menyebabkan menipisnya sumber daya air dan degradasi lingkungan. Praktik konservasi air di bidang pertanian mencakup metode irigasi yang efisien (seperti irigasi tetes dan irigasi presisi), pemanenan air hujan, konservasi kelembaban tanah, dan penggunaan teknologi hemat air untuk meminimalkan pemborosan air.
- c. *Perlindungan Keanekaragaman Hayati*: Kegiatan pertanian dapat menimbulkan dampak signifikan terhadap keanekaragaman hayati, termasuk kerusakan habitat, hilangnya keanekaragaman spesies, dan gangguan ekosistem. Konservasi lingkungan dalam pertanian

melibatkan pelestarian keanekaragaman hayati dengan menjaga habitat alami, mendorong pendekatan agroekologi yang meningkatkan keanekaragaman hayati di pertanian, dan meminimalkan penggunaan bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan satwa liar.

- d. *Mengurangi Masukan Bahan Kimia*: Pertanian konvensional seringkali sangat bergantung pada pestisida sintetis, herbisida, dan pupuk, yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti polusi air, degradasi tanah, dan kerusakan pada organisme non-target. Pelestarian lingkungan di bidang pertanian mendorong berkurangnya ketergantungan pada bahan kimia melalui pengelolaan hama terpadu (IPM), praktik pertanian organik, dan pendekatan agroekologi yang memanfaatkan proses ekosistem alami untuk pengendalian hama dan gulma.
- e. *Efisiensi Energi*: Pertanian merupakan konsumen energi yang signifikan, khususnya dalam sistem pertanian mekanis dan pengolahan makanan. Upaya pelestarian lingkungan di bidang pertanian berupaya meningkatkan efisiensi energi dengan mempromosikan sumber energi terbarukan, mengurangi praktik intensif energi, dan mengoptimalkan mesin dan peralatan pertanian untuk penghematan energi.
- f. *Penyerapan Karbon*: Pertanian dapat memainkan peran penting dalam mitigasi perubahan iklim dengan menyerap karbon dalam tanah dan tumbuh-tumbuhan. Praktik konservasi lingkungan seperti wanatani, penanaman penutup tanah, dan pertanian konservasi membantu meningkatkan penyimpanan karbon di lanskap pertanian, sehingga berkontribusi terhadap upaya mitigasi perubahan iklim.

Konservasi lingkungan di bidang pertanian melibatkan penerapan praktik-praktik yang mendorong penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan, meminimalkan dampak lingkungan, dan mendukung

kesehatan dan ketahanan ekosistem dalam jangka panjang. Dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip konservasi lingkungan ke dalam praktik pengelolaan pertanian, petani dapat meningkatkan produktivitas, melindungi sumber daya alam, dan berkontribusi terhadap tujuan kelestarian lingkungan yang lebih luas.

2. *Kelayakan Ekonomi*: Pertanian berkelanjutan harus layak secara ekonomi bagi para petani, memastikan bahwa mereka dapat mempertahankan bisnis yang menguntungkan dan juga berinvestasi pada praktik-praktik berkelanjutan. Hal ini mungkin melibatkan strategi seperti diversifikasi sumber pendapatan, mengakses pasar untuk barang-barang yang diproduksi secara berkelanjutan, dan menerapkan teknik pengelolaan sumber daya yang efisien untuk mengurangi biaya.

Kelayakan ekonomi di bidang pertanian mengacu pada kemampuan operasi pertanian untuk menghasilkan pendapatan dan keuntungan yang cukup untuk mempertahankan bisnis dalam jangka panjang sekaligus memenuhi kebutuhan petani dan komunitasnya. Kelangsungan ekonomi mencakup berbagai aspek pengelolaan keuangan, akses pasar, dan optimalisasi sumber daya. Berikut adalah beberapa elemen kunci kelangsungan ekonomi di bidang pertanian:

- a. *Profitabilitas*: Perusahaan pertanian perlu menghasilkan keuntungan untuk menutupi biaya produksi, memberikan pengembalian investasi yang wajar bagi petani, dan memastikan keberlanjutan finansial operasinya dalam jangka panjang. Hal ini melibatkan alokasi sumber daya yang efisien, manajemen biaya, dan memaksimalkan pendapatan dari produk pertanian.
- b. *Akses Pasar dan Stabilitas Harga*: Akses terhadap pasar dan harga yang adil untuk produk pertanian sangat penting untuk kelangsungan perekonomian. Petani membutuhkan saluran yang dapat diandalkan untuk menjual produk mereka dengan harga yang wajar, serta

akses terhadap informasi mengenai tren pasar, fluktuasi permintaan, dan risiko harga. Mengembangkan saluran pemasaran yang beragam, membangun hubungan dengan pembeli, dan berpartisipasi dalam aktivitas bernilai tambah dapat membantu meningkatkan akses pasar dan stabilitas harga.

- c. *Manajemen Risiko*: Pertanian pada dasarnya rentan terhadap berbagai risiko, termasuk risiko terkait cuaca, ketidakstabilan harga, hama dan penyakit, serta perubahan kebijakan. Kelangsungan ekonomi memerlukan strategi manajemen risiko yang efektif untuk memitigasi risiko-risiko ini dan melindungi pendapatan pertanian. Hal ini mungkin melibatkan diversifikasi tanaman dan aliran pendapatan, pembelian asuransi, penggunaan alat lindung nilai, dan penerapan praktik pertanian yang berketahanan.
- d. *Efisiensi Biaya*: Mengelola biaya produksi sangat penting untuk kelangsungan ekonomi di bidang pertanian. Petani perlu mengoptimalkan penggunaan input, meminimalkan limbah, dan menerapkan praktik pertanian yang efisien untuk menurunkan biaya produksi tanpa mengurangi kualitas atau hasil. Hal ini mencakup pengurangan pengeluaran untuk input seperti pupuk, pestisida, dan energi, serta mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja dan mesin.
- e. *Akses terhadap Keuangan dan Sumber Daya*: Akses terhadap kredit yang terjangkau, modal investasi, dan input pertanian sangat penting bagi petani untuk mempertahankan operasi mereka dan berinvestasi dalam teknologi dan praktik yang meningkatkan produktivitas. Kelangsungan ekonomi di bidang pertanian bergantung pada jaminan bahwa petani memiliki akses terhadap layanan keuangan, layanan penyuluhan pertanian, dan mekanisme dukungan lainnya untuk memenuhi kebutuhan mereka.

- f. *Profitabilitas Berkelanjutan*: Kelangsungan ekonomi di bidang pertanian tidak boleh mengorbankan keberlanjutan lingkungan atau sosial. Profitabilitas berkelanjutan melibatkan keseimbangan tujuan ekonomi dengan pengelolaan lingkungan, keadilan sosial, dan ketahanan jangka panjang. Hal ini dapat mencakup penerapan praktik pertanian berkelanjutan, investasi pada konservasi tanah dan air, mendorong praktik ketenagakerjaan yang adil, dan memberikan kontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat pedesaan.

Kelayakan ekonomi di bidang pertanian memerlukan pendekatan holistik yang mempertimbangkan dimensi finansial, sosial, dan lingkungan dari operasi pertanian. Dengan menerapkan praktik pengelolaan keuangan yang baik, mengakses pasar, mengelola risiko, dan berinvestasi dalam metode pertanian berkelanjutan, petani dapat meningkatkan kelayakan ekonomi dari operasi mereka dan berkontribusi pada sektor pertanian yang tangguh dan berkembang.

3. *Keadilan dan Keadilan Sosial*: Pilar ini berfokus pada memastikan bahwa pembangunan pertanian memberikan manfaat bagi seluruh anggota masyarakat, termasuk petani skala kecil, masyarakat pedesaan, dan kelompok marginal. Hal ini mencakup peningkatan praktik ketenagakerjaan yang adil, akses yang adil terhadap sumber daya dan pasar, serta mendorong keterlibatan dan pemberdayaan masyarakat.

Keadilan dan keadilan sosial di bidang pertanian mengacu pada distribusi manfaat, sumber daya, dan peluang yang adil dan merata di sektor pertanian, memastikan bahwa semua individu dan komunitas yang terlibat di bidang pertanian memiliki akses terhadap sumber daya dan dukungan yang mereka perlukan untuk berkembang. Hal ini termasuk mengatasi permasalahan kesenjangan, diskriminasi, dan marginalisasi yang mungkin terjadi dalam

sistem pertanian. Berikut beberapa aspek penting dari kesetaraan dan keadilan sosial di bidang pertanian:

- a. *Praktik Ketenagakerjaan yang Adil*: Keadilan sosial di bidang pertanian berarti memastikan bahwa pekerja pertanian diperlakukan secara adil dan memiliki akses terhadap kondisi kerja yang layak, upah yang adil, dan tunjangan seperti layanan kesehatan dan jaminan sosial. Hal ini termasuk mengatasi permasalahan seperti pekerja anak, kerja paksa, diskriminasi, dan eksploitasi di pasar tenaga kerja pertanian.
- b. *Akses terhadap Tanah dan Sumber Daya*: Keadilan sosial di bidang pertanian memerlukan akses yang adil terhadap tanah, air, dan sumber daya alam lainnya bagi semua petani, termasuk petani kecil, perempuan, masyarakat adat, dan kelompok marginal. Hal ini dapat mencakup penanganan masalah kepemilikan lahan, mendorong program redistribusi lahan, dan memberikan dukungan bagi petani yang tidak memiliki lahan untuk mengakses sumber daya produktif.
- c. *Akses dan Partisipasi Pasar*: Keadilan sosial berarti memastikan bahwa semua petani, terlepas dari status sosial-ekonomi atau latar belakang mereka, memiliki kesempatan yang sama untuk mengakses pasar, rantai nilai, dan layanan pendukung pertanian. Hal ini mencakup mengatasi hambatan masuk ke pasar, meningkatkan infrastruktur pasar, dan mendorong sistem pasar inklusif yang menguntungkan produsen skala kecil dan kelompok marginal.
- d. *Pemberdayaan dan Partisipasi*: Keadilan sosial di bidang pertanian melibatkan pemberdayaan petani dan masyarakat pedesaan untuk berpartisipasi dalam proses pengambilan keputusan yang mempengaruhi kehidupan mereka. Hal ini mencakup penguatan organisasi petani, mendorong pendekatan partisipatif dalam pembangunan pertanian, dan memastikan bahwa

petani memiliki suara dalam perumusan dan implementasi kebijakan.

- e. *Kesetaraan Gender*: Kesetaraan gender sangat penting bagi keadilan sosial di bidang pertanian, karena perempuan memainkan peran penting dalam produksi pertanian, ketahanan pangan, dan pembangunan pedesaan. Mempromosikan kesetaraan gender mencakup upaya mengatasi kesenjangan gender dalam akses terhadap lahan, sumber daya, layanan penyuluhan, dan pasar, serta memberdayakan perempuan petani melalui pendidikan, pelatihan, dan peluang kepemimpinan.
- f. *Pengembangan Masyarakat*: Keadilan sosial di bidang pertanian mencakup peningkatan kesejahteraan dan ketahanan masyarakat pedesaan dengan mengatasi kesenjangan sosial-ekonomi, memperkuat jaringan sosial, dan meningkatkan akses terhadap layanan penting seperti pendidikan, layanan kesehatan, dan infrastruktur. Hal ini mencakup dukungan terhadap inisiatif pembangunan berbasis masyarakat, mendorong kohesi sosial, dan berinvestasi pada infrastruktur dan layanan pedesaan.

Kesetaraan dan keadilan sosial di bidang pertanian memerlukan penanganan kesenjangan struktural dan mendorong pendekatan inklusif dan partisipatif dalam pembangunan pertanian. Dengan memprioritaskan kebutuhan kelompok marginal, memberdayakan petani, dan mendorong sistem pertanian inklusif, masyarakat dapat membangun sektor pertanian yang lebih berketahanan, adil, dan berkelanjutan yang memberikan manfaat bagi seluruh pemangku kepentingan.

- 4. *Ketahanan dan Adaptasi*: Pertanian berkelanjutan harus membangun ketahanan terhadap guncangan lingkungan dan perubahan iklim sekaligus meningkatkan kapasitas adaptasi. Hal ini mungkin melibatkan praktik-praktik seperti diversifikasi tanaman, wanatani, dan penggunaan teknik

pertanian cerdas iklim yang dapat membantu petani mengatasi perubahan kondisi lingkungan.

Ketahanan dan adaptasi di bidang pertanian mengacu pada kemampuan sistem pertanian untuk bertahan dan pulih dari berbagai guncangan, tekanan, dan perubahan kondisi, termasuk yang terkait dengan perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan ketidakstabilan ekonomi. Ketahanan mencakup peningkatan kapasitas untuk menyerap gangguan dan mempertahankan fungsi, sedangkan adaptasi mencakup penyesuaian praktik dan strategi untuk mengatasi keadaan baru atau perubahan. Berikut adalah beberapa aspek penting dari ketahanan dan adaptasi di bidang pertanian:

- a. *Ketahanan Iklim*: Sistem pertanian menghadapi peningkatan risiko akibat perubahan iklim, termasuk kejadian cuaca ekstrem, perubahan pola curah hujan, dan fluktuasi suhu. Ketahanan iklim di bidang pertanian melibatkan penerapan praktik dan teknologi yang membantu memitigasi risiko-risiko ini dan membangun ketahanan terhadap tantangan terkait iklim. Hal ini dapat mencakup diversifikasi tanaman, perbaikan pengelolaan air, wanatani, dan penggunaan teknik pertanian cerdas iklim.
- b. *Ketahanan Ekosistem*: Ketahanan pertanian berkaitan erat dengan kesehatan dan ketahanan ekosistem di sekitarnya. Melindungi dan memulihkan habitat alami, melestarikan keanekaragaman hayati, dan mendorong proses ekologi seperti kesehatan tanah dan siklus air berkontribusi terhadap ketahanan lanskap pertanian dengan meningkatkan jasa ekosistem dan mendukung sistem produksi berkelanjutan.
- c. *Pengelolaan Adaptif*: Adaptasi di bidang pertanian melibatkan penyesuaian praktik, teknologi, dan strategi pengelolaan secara terus-menerus sebagai respons terhadap perubahan kondisi dan informasi baru. Hal ini dapat mencakup adopsi varietas tanaman atau bibit ternak baru yang lebih sesuai dengan perubahan kondisi

iklim, memodifikasi tanggal tanam dan pola tanam, dan mengintegrasikan prinsip-prinsip agroekologi ke dalam sistem pertanian untuk meningkatkan ketahanan.

- d. *Diversifikasi*: Diversifikasi sistem pertanian dapat meningkatkan ketahanan dengan menyebarkan risiko dan mengurangi kerentanan terhadap ancaman tertentu. Diversifikasi tanaman, sistem pertanian campuran, dan diversifikasi sumber pendapatan dapat membantu menahan kerugian produksi yang disebabkan oleh hama, penyakit, fluktuasi pasar, dan kejadian cuaca ekstrem, sekaligus memberikan banyak manfaat seperti peningkatan kesuburan tanah dan pengelolaan hama.
- e. *Pengelolaan Air*: Pengelolaan air yang efektif sangat penting untuk ketahanan pertanian, khususnya di daerah yang rentan terhadap kekeringan atau kelangkaan air. Mengadopsi teknik irigasi yang hemat air, meningkatkan infrastruktur penyimpanan dan distribusi air, dan menerapkan praktik seperti pemanenan air hujan dan konservasi kelembaban tanah dapat meningkatkan ketahanan terhadap tantangan terkait air dan memastikan penggunaan air yang berkelanjutan di bidang pertanian.
- f. *Berbagi Pengetahuan dan Peningkatan Kapasitas*: Membangun pengetahuan dan kapasitas di kalangan petani, penyuluh, dan pemangku kepentingan lainnya sangat penting untuk meningkatkan ketahanan dan adaptasi di bidang pertanian. Memberikan akses terhadap informasi, pelatihan, dan bantuan teknis mengenai praktik cerdas iklim, pertanian berkelanjutan, dan strategi manajemen risiko dapat memberdayakan petani untuk membuat keputusan yang tepat dan beradaptasi terhadap perubahan kondisi.

Ketahanan dan adaptasi merupakan prinsip penting untuk membangun sistem pertanian berkelanjutan dan berketahanan iklim yang dapat terus memberikan ketahanan pangan, mata pencaharian, dan manfaat lingkungan dalam menghadapi tantangan dan ketidakpastian yang terus

berkembang. Dengan memprioritaskan langkah-langkah pembangunan ketahanan dan mendorong kapasitas adaptasi, pertanian dapat menjadi lebih berketahanan, produktif, dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

5. *Ketahanan Pangan dan Gizi*: Pertanian berkelanjutan bertujuan untuk berkontribusi terhadap ketahanan pangan dengan memproduksi pangan bergizi dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang dan masa depan. Hal ini mencakup peningkatan sistem tanam yang beragam, peningkatan akses terhadap pangan bergizi, dan penanganan permasalahan seperti limbah pangan dan kesenjangan distribusi.

Ketahanan pangan dan gizi di bidang pertanian mengacu pada memastikan bahwa semua orang memiliki akses terhadap pangan yang cukup, aman, dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan pangan mereka dan menjalani hidup sehat. Pertanian memainkan peran penting dalam mencapai tujuan ketahanan pangan dan gizi dengan memproduksi pangan, menghasilkan pendapatan, dan mendukung mata pencaharian. Berikut adalah beberapa aspek penting dari ketahanan pangan dan gizi di bidang pertanian:

- a. *Ketersediaan Pangan*: Pertanian adalah sumber utama produksi pangan, menyediakan beragam produk tanaman, peternakan, dan perikanan. Memastikan ketersediaan pangan yang cukup mencakup peningkatan praktik pertanian berkelanjutan, peningkatan produktivitas, dan diversifikasi produksi pangan untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk yang terus bertambah.
- b. *Akses Pangan*: Ketahanan pangan mengharuskan semua individu memiliki akses fisik dan ekonomi terhadap pangan bergizi. Akses terhadap pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat pendapatan, harga pangan, akses pasar, dan jaring pengaman sosial. Pertanian dapat berkontribusi dalam meningkatkan akses pangan dengan mendukung kegiatan yang menghasilkan

pendapatan, meningkatkan infrastruktur pasar, dan mengurangi hambatan akses pangan bagi kelompok rentan.

- c. *Pemanfaatan Pangan*: Ketahanan pangan bukan hanya tentang ketersediaan pangan yang cukup tetapi juga tentang memastikan bahwa pangan tersebut aman, bergizi, dan dapat diterima secara budaya. Mempromosikan pemanfaatan pangan mencakup penanganan isu-isu seperti keamanan pangan, keragaman pangan, dan pendidikan gizi untuk meningkatkan praktik pangan dan hasil kesehatan. Pertanian memainkan peran penting dalam memproduksi makanan yang beragam dan bergizi serta mempromosikan sistem pangan berkelanjutan yang mendukung pola makan sehat.
- d. *Stabilitas dan Ketahanan*: Ketahanan pangan juga dipengaruhi oleh stabilitas dan ketahanan sistem pangan dalam menghadapi guncangan dan tekanan, seperti perubahan iklim, bencana alam, dan krisis ekonomi. Membangun sistem pangan yang berketahanan melibatkan diversifikasi sumber pangan, memperkuat rantai pasokan, dan menerapkan strategi manajemen risiko untuk memitigasi dampak guncangan terhadap ketersediaan dan akses pangan.
- e. *Pertanian yang Peka Gizi*: Pertanian dapat berkontribusi dalam meningkatkan hasil gizi dengan mendorong produksi makanan kaya nutrisi, meningkatkan keragaman pangan, dan mengintegrasikan pertimbangan nutrisi ke dalam kebijakan dan program pertanian. Pertanian sensitif gizi melibatkan penerapan praktik-praktik seperti biofortifikasi, wanatani, dan berkebun di rumah untuk meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas makanan bergizi.
- f. *Sistem Pangan Berkelanjutan*: Untuk mencapai tujuan ketahanan pangan dan gizi memerlukan transisi ke sistem pangan berkelanjutan yang menyeimbangkan tujuan ekonomi, sosial, dan lingkungan. Praktik pertanian

berkelanjutan seperti pertanian organik, agroekologi, dan pertanian konservasi meningkatkan ketahanan sistem pangan sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan jasa ekosistem.

Ketahanan pangan dan gizi merupakan tantangan multifaset yang memerlukan upaya terkoordinasi di sektor pertanian, kesehatan, dan sosial. Dengan mendorong praktik pertanian berkelanjutan, meningkatkan akses terhadap makanan bergizi, dan mengatasi penyebab utama kerawanan pangan, masyarakat dapat berupaya memastikan bahwa semua individu memiliki akses terhadap makanan yang cukup dan bergizi untuk hidup sehat dan aktif.

6. *Teknologi dan Inovasi*: Pertanian berkelanjutan bergantung pada penerapan teknologi dan inovasi tepat guna yang meningkatkan produktivitas sekaligus meminimalkan dampak lingkungan. Hal ini dapat mencakup penggunaan teknik pertanian presisi, praktik pertanian organik, dan pendekatan agroekologi yang memanfaatkan prinsip ekologi untuk mengoptimalkan produksi pertanian.

Teknologi dan inovasi di bidang pertanian mengacu pada penggunaan alat, teknik, dan praktik canggih untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, keberlanjutan, dan ketahanan dalam produksi pertanian dan sistem pangan. Inovasi-inovasi ini mencakup beragam teknologi, mulai dari metode pertanian tradisional hingga solusi digital mutakhir. Berikut beberapa aspek penting dari teknologi dan inovasi di bidang pertanian:

- a. *Pertanian Presisi*: Pertanian presisi melibatkan penggunaan teknologi, seperti GPS, sensor, drone, dan citra satelit, untuk mengumpulkan data dan memantau variabilitas di lapangan. Pendekatan berbasis data ini memungkinkan petani untuk mengoptimalkan input seperti air, pupuk, dan pestisida, mengurangi limbah, dan meningkatkan hasil panen sekaligus meminimalkan dampak lingkungan.

- b. *Bioteknologi dan Rekayasa Genetika*: Bioteknologi memainkan peran penting dalam pertanian melalui pengembangan tanaman hasil rekayasa genetika (GM) dengan sifat-sifat yang ditingkatkan seperti ketahanan terhadap hama, toleransi kekeringan, dan kandungan nutrisi. Teknik rekayasa genetika memungkinkan pemuliaan tanaman dengan hasil yang lebih baik, ketahanan terhadap hama dan penyakit, dan kualitas nutrisi, sehingga berkontribusi terhadap ketahanan dan keberlanjutan pangan.
- c. *Pertanian Digital*: Teknologi digital, termasuk perangkat lunak manajemen pertanian, aplikasi seluler, dan perangkat internet-of-thing (IoT), mengubah praktik pertanian dan proses pengambilan keputusan. Solusi pertanian digital memungkinkan petani mengumpulkan data secara real-time, mengoptimalkan operasi pertanian, memantau kesehatan tanaman, dan mengakses informasi pasar, sehingga menghasilkan praktik pertanian yang lebih terinformasi dan efisien.
- d. *Mekanisasi dan Robotika*: Teknologi mekanisasi dan robotika mengotomatiskan tugas-tugas padat karya di bidang pertanian, seperti penanaman, pemanenan, dan penyiangian, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dan meningkatkan produktivitas. Kemajuan dalam bidang robotika, seperti traktor otonom dan robot pemanen, memungkinkan presisi dan efisiensi dalam operasi pertanian sekaligus mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan keselamatan.
- e. *Pertanian Vertikal dan Pertanian Lingkungan Terkendali*: Teknologi pertanian vertikal dan pertanian lingkungan terkendali (CEA) memungkinkan produksi tanaman sepanjang tahun di lingkungan dalam ruangan, menggunakan teknik seperti hidroponik, aquaponik, dan penumpukan vertikal. Metode pertanian inovatif ini menghemat air, memaksimalkan efisiensi penggunaan lahan, dan meminimalkan penggunaan pestisida dan

pupuk, sehingga menawarkan solusi potensial terhadap tantangan ketahanan pangan perkotaan dan dampak perubahan iklim.

- f. *Pertanian Cerdas Iklim*: Pertanian cerdas iklim mengintegrasikan teknologi dan inovasi dengan praktik pertanian berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim sekaligus mengurangi emisi gas rumah kaca. Hal ini mencakup praktik-praktik seperti pertanian konservasi, agroforestri, dan perbaikan pengelolaan air, serta pengembangan varietas tanaman dan bibit ternak yang tahan iklim.
- g. *Platform Pertanian dan Kolaborasi Sumber Terbuka*: Platform pertanian sumber terbuka dan jaringan kolaboratif memfasilitasi pertukaran pengetahuan, inovasi, dan peningkatan kapasitas di antara petani, peneliti, dan pemangku kepentingan lainnya. Platform-platform ini mendorong pertukaran praktik terbaik, data, dan teknologi, mendorong kolaborasi dan mempercepat inovasi di bidang pertanian.

Teknologi dan inovasi memainkan peran penting dalam mendorong transformasi pertanian, meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan ketahanan, serta mengatasi tantangan ketahanan pangan global. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dan mendorong ekosistem inovasi, pertanian dapat menjadi lebih efisien, berkelanjutan, dan inklusif, serta berkontribusi terhadap kesejahteraan petani, konsumen, dan bumi.

Dengan menyiapkan dan menjalankan pilar-pilar ini secara holistik, pembangunan pertanian berkelanjutan dapat berkontribusi terhadap ketahanan pangan jangka panjang, pemeliharaan lingkungan, dan kesejahteraan komunitas petani di seluruh dunia.

C. Pengelolaan Tanah Berkelanjutan. (*Sustainable Soil Management*)

Teori pengelolaan tanah melibatkan penerapan strategi untuk memanfaatkan dan melindungi sumber daya tanah secara berkelanjutan untuk tujuan pertanian, lingkungan, dan sosial. Ini mencakup praktik-praktik seperti pengolahan tanah konservasi, rotasi tanaman, penanaman penutup tanah, pengelolaan unsur hara, pengendalian erosi, dan penerapan amandemen tanah. Tujuan utamanya adalah untuk mempertahankan atau meningkatkan kesuburan, struktur, dan kesehatan tanah, sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti erosi, limpasan unsur hara, dan degradasi tanah. Teori pengelolaan tanah menekankan pentingnya mengadopsi praktik-praktik yang menyeimbangkan produktivitas pertanian dengan keberlanjutan tanah jangka panjang. Pengelolaan tanah mengacu pada praktik dan teknik yang digunakan untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas, kesuburan, struktur, dan kesehatan tanah untuk berbagai tujuan seperti pertanian, berkebun, pertamanan, dan konservasi lingkungan. Ini melibatkan kegiatan seperti pengujian tanah, pengelolaan unsur hara, pengendalian erosi, penambahan bahan organik, rotasi tanaman, dan pengelolaan air untuk mengoptimalkan produktivitas dan keberlanjutan tanah.

Teori pengelolaan tanah berkelanjutan telah berkembang seiring berjalannya waktu melalui kontribusi berbagai peneliti, ahli agronomi, dan ilmuwan tanah. Hal ini tidak disebabkan oleh individu tertentu, namun merupakan upaya kolektif para ilmuwan dan praktisi yang telah mempelajari sifat-sifat tanah, kesuburan, dan praktik pengelolaan lahan berkelanjutan. Tokoh-tokoh kunci dalam pengembangan prinsip-prinsip pengelolaan tanah antara lain adalah Justus von Liebig, Albert Howard, Sir Albert Howard, dan Sir John Bennett Lawes. Pekerjaan mereka telah meletakkan dasar bagi praktik pengelolaan tanah modern yang bertujuan untuk

mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas tanah sekaligus meminimalkan dampak lingkungan.

Pada tahun 2017, Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) mengeluarkan pedoman untuk pengelolaan tanah berkelanjutan yang menyediakan prinsip-prinsip berbasis ilmu pengetahuan dan mempromosikan penerapan prinsip-prinsip tersebut kepada pemangku kepentingan terkait.¹⁸⁸

"Pengelolaan tanah berkelanjutan" mengacu pada praktik dan prinsip yang bertujuan untuk menjaga atau meningkatkan kesehatan, produktivitas, dan ketahanan tanah dalam jangka panjang sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Ada berbagai pendekatan pengelolaan tanah berkelanjutan yang dianjurkan oleh berbagai organisasi, peneliti, dan praktisi.

FAO adalah organisasi internasional terkemuka yang memberikan panduan dan mempromosikan praktik pertanian berkelanjutan, termasuk pengelolaan tanah. Meskipun FAO tidak mengklaim kepemilikan atas teori spesifik pengelolaan tanah berkelanjutan, FAO memberikan panduan dan prinsip komprehensif berdasarkan bukti ilmiah dan praktik terbaik.

Berikut adalah beberapa prinsip dan praktik utama yang umumnya dikaitkan dengan pengelolaan tanah berkelanjutan:

1. *Pemantauan Kesehatan Tanah*: Menilai kesehatan tanah secara berkala melalui pengujian tanah, memantau indikator-indikator utama seperti kandungan bahan organik, tingkat pH, tingkat nutrisi, dan aktivitas mikroba. Hal ini membantu menginformasikan keputusan pengelolaan dan melacak perubahan kualitas tanah dari waktu ke waktu.
2. *Pengolahan Konservasi*: Menerapkan praktik pertanian dengan pengurangan atau tanpa pengolahan untuk meminimalkan gangguan tanah, melestarikan struktur tanah, dan mengurangi erosi. Pengolahan tanah konservasi juga membantu mempertahankan kelembaban tanah dan bahan

¹⁸⁸ <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1027927/>

organik, sehingga meningkatkan kesehatan tanah secara keseluruhan.

3. *Tanaman Penutup*: Menanam tanaman penutup tanah pada masa bera untuk melindungi permukaan tanah, mencegah erosi, menekan gulma, dan meningkatkan kesuburan tanah. Tanaman penutup tanah juga menyumbangkan bahan organik ke dalam tanah ketika membusuk, sehingga memperbaiki struktur tanah dan siklus unsur hara.
4. *Rotasi Tanaman*: Menggilir tanaman yang berbeda secara berurutan pada lahan yang sama untuk memutus siklus hama dan penyakit, meningkatkan siklus unsur hara, dan menjaga kesuburan tanah. Rotasi tanaman juga membantu mendiversifikasi sisa tanaman, yang berkontribusi terhadap kandungan bahan organik tanah.
5. *Pengelolaan Unsur Hara*: mempraktikkan pengelolaan unsur hara seimbang dengan menerapkan pupuk dan perbaikan tanah berdasarkan hasil pengujian tanah dan kebutuhan unsur hara tanaman. Hal ini membantu mencegah ketidakseimbangan unsur hara, meminimalkan limpasan unsur hara, dan mengoptimalkan produktivitas tanaman.
6. *Pengelolaan Bahan Organik*: Meningkatkan kandungan bahan organik tanah melalui praktik seperti pengomposan, memasukkan sisa tanaman, dan menambahkan bahan organik. Bahan organik memperbaiki struktur tanah, retensi air, ketersediaan unsur hara, dan aktivitas mikroba.
7. *Pengelolaan Air*: Menerapkan praktik irigasi yang meminimalkan penggunaan air, mengurangi limpasan, dan meningkatkan efisiensi infiltrasi dan retensi air di dalam tanah. Pengelolaan air yang tepat membantu menjaga tingkat kelembapan tanah dan mengurangi risiko erosi tanah dan pencucian unsur hara.
8. *Pengendalian Hama Terpadu (PHT)*: Mengadopsi strategi PHT untuk mengelola hama, penyakit, dan gulma dengan cara yang meminimalkan ketergantungan pada pestisida dan herbisida kimia. PHT mencakup praktik-praktik seperti

diversifikasi tanaman, pengendalian hayati, dan teknik pengelolaan budaya.

9. *Praktik Konservasi Tanah*: Menerapkan tindakan pengendalian erosi seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, penahan angin, dan saluran air berumput untuk mengurangi erosi tanah dan melindungi sumber daya tanah dari degradasi.

Prinsip dan praktik pengelolaan tanah berkelanjutan ini bertujuan untuk mengoptimalkan produktivitas pertanian sekaligus menjaga kesehatan tanah, keanekaragaman hayati, kualitas air, dan kelestarian lingkungan jangka panjang.

FAO menekankan pentingnya kesehatan tanah dan menganjurkan praktik pengelolaan tanah berkelanjutan untuk menjamin produktivitas jangka panjang lahan pertanian sekaligus menjaga lingkungan.

Beberapa prinsip dan konsep utama yang dipromosikan oleh FAO dalam konteks pengelolaan tanah berkelanjutan meliputi:

1. *Konservasi Tanah*: Menerapkan praktik-praktik untuk mencegah erosi tanah, seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, dan penanaman penutup tanah, untuk melindungi sumber daya tanah dan menjaga kesuburan tanah.
2. *Pengelolaan Bahan Organik Tanah*: Mempromosikan penambahan bahan organik ke dalam tanah melalui praktik seperti pengomposan, penggabungan sisa tanaman, dan wanatani untuk memperbaiki struktur tanah, retensi air, dan siklus unsur hara.
3. *Pengelolaan Unsur Hara*: Mempraktikkan pengelolaan unsur hara yang seimbang dengan menerapkan pupuk dan perbaikan tanah secara bijaksana berdasarkan pengujian tanah dan kebutuhan unsur hara tanaman, yang bertujuan untuk meminimalkan kehilangan unsur hara dan pencemaran lingkungan.

4. Pengelolaan Air: Menerapkan praktik irigasi dan drainase yang efisien untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air, mencegah genangan air dan salinisasi, serta menjaga tingkat kelembaban tanah.
5. Pengendalian Hama Terpadu (IPM): Menggunakan pendekatan terpadu untuk mengelola hama, penyakit, dan gulma dengan menggabungkan metode pengendalian budaya, biologi, dan kimia untuk meminimalkan dampak lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada pestisida.
6. Pemantauan dan Penilaian Tanah: Secara teratur memantau kesehatan dan kesuburan tanah melalui pengujian dan penilaian tanah untuk mengidentifikasi tren degradasi, memandu keputusan pengelolaan, dan melacak efektivitas praktik konservasi.
7. Pendekatan Agroekologi: Mempromosikan prinsip-prinsip agroekologi yang menekankan integrasi proses ekologi dan keanekaragaman hayati ke dalam sistem pertanian untuk meningkatkan kesehatan, ketahanan, dan keberlanjutan tanah.

Meskipun prinsip-prinsip ini sejalan dengan konsep pengelolaan tanah berkelanjutan yang lebih luas, prinsip-prinsip ini terus diperbarui dan disempurnakan berdasarkan penelitian yang sedang berlangsung dan pengalaman praktis di berbagai agroekosistem di seluruh dunia. FAO memainkan peran penting dalam menyebarkan pengetahuan, memberikan bantuan teknis, dan memfasilitasi kolaborasi internasional untuk mempromosikan praktik pengelolaan tanah berkelanjutan secara global.

Berikut tabel sederhana yang menguraikan beberapa aspek utama pengelolaan tanah berkelanjutan:¹⁸⁹

¹⁸⁹ URL <http://www.fao.org/3/a-i6874e.pdf>

Tabel 9.1 Pengelolaan Tanah Berkelanjutan

Aspek	Deskripsi
<i>Soil Health</i> Kesehatan Tanah	Menjaga kesehatan tanah dengan meminimalkan erosi, menjaga struktur tanah, dan meningkatkan keanekaragaman mikroba.
<i>Conservation</i> Konservasi	Menerapkan praktik-praktik seperti pengolahan tanah minimal, penanaman penutup tanah, dan rotasi tanaman untuk mengurangi degradasi tanah.
<i>Organic Matter</i> Bahan Organik	Meningkatkan kandungan bahan organik tanah melalui pengomposan, pemberian mulsa, dan penambahan bahan organik.
<i>Nutrient Management</i> Manajemen Nutrisi	Menyeimbangkan masukan dan keluaran unsur hara, menggunakan pupuk organik, dan menghindari penggunaan bahan kimia sintetis secara berlebihan.
<i>Soil Testing</i> Pengujian Tanah	Secara teratur menguji pH tanah, tingkat nutrisi, dan komposisi untuk menginformasikan strategi pemupukan dan perbaikan.
<i>Water Management</i> Pengelolaan Air	Menerapkan praktik irigasi yang meminimalkan penggunaan air dan limpasan, dengan tetap menjaga tingkat kelembaban tanah.
<i>Erosion Control</i> Pengendalian Erosi	Menerapkan tindakan seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, dan jalur penyangga untuk mencegah erosi tanah.
<i>Soil Conservation</i> Konservasi Tanah	Berpartisipasi dalam program konservasi, mengadopsi praktik wanatani, dan melestarikan habitat alami tanah.

Tabel ini memberikan gambaran singkat tentang berbagai aspek pengelolaan tanah berkelanjutan, menekankan praktik-praktik yang berkontribusi terhadap kesehatan tanah, konservasi, dan produktivitas jangka panjang sekaligus meminimalkan dampak lingkungan.

D. Perawatan Tanah Berkelanjutan (*Sustainable Soil Treatment*)

Teori perawatan tanah berkelanjutan berkisar pada peningkatan sifat-sifat tanah untuk meningkatkan kesuburan, struktur, dan kesehatannya, sehingga meningkatkan produktivitas dan keberlanjutannya. Hal ini melibatkan berbagai praktik seperti menambahkan bahan organik untuk meningkatkan kandungan nutrisi, menyesuaikan tingkat pH untuk pertumbuhan tanaman yang optimal, meminimalkan pemadatan tanah, mengelola kelembaban tanah, mengendalikan erosi, dan meningkatkan aktivitas mikroba yang bermanfaat. Tujuan utamanya adalah untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman sekaligus menjaga kualitas tanah untuk generasi mendatang.

Teori perawatan tanah berkelanjutan, seperti halnya pengelolaan tanah, merupakan pemahaman kolektif yang dikembangkan dari waktu ke waktu oleh banyak ilmuwan, ahli agronomi, dan praktisi pertanian. Tidak ada satu orang pun yang dianggap sebagai pendiri teori perawatan tanah berkelanjutan. Sebaliknya, hal ini berkembang melalui kontribusi banyak peneliti yang telah mempelajari sifat-sifat tanah, dinamika unsur hara, dan praktik pertanian yang bertujuan untuk meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah. Tokoh-tokoh kunci dalam pengembangan praktik perawatan tanah berkelanjutan termasuk ilmuwan seperti Sir Albert Howard, Franklin H. King, dan Lady Eve Balfour, yang penelitiannya meletakkan dasar bagi teknik pengolahan tanah modern yang menekankan penambahan bahan organik, pengelolaan unsur hara, dan pengelolaan tanah berkelanjutan.

Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) memberikan panduan ekstensif tentang pengelolaan tanah berkelanjutan, termasuk prinsip dan praktik pengolahan tanah. Meskipun FAO tidak secara eksplisit menguraikan satu teori mengenai pengolahan tanah, rekomendasinya didasarkan pada bukti ilmiah dan praktik terbaik untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanah. Berikut beberapa prinsip dan praktik utama yang dianjurkan oleh FAO untuk perawatan tanah berkelanjutan:

1. **Konservasi Tanah:** Menerapkan langkah-langkah untuk mencegah erosi dan degradasi tanah, seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, dan penggunaan tanaman penutup tanah, untuk melindungi sumber daya tanah dan menjaga kesuburan tanah.
2. **Pengelolaan Bahan Organik:** Memasukkan bahan organik ke dalam tanah melalui praktik seperti pengomposan, mulsa, dan penambahan sisa tanaman untuk memperbaiki struktur tanah, siklus unsur hara, dan retensi air.
3. **Pengelolaan Unsur Hara:** Pemberian pupuk dan perbaikan tanah secara bijaksana berdasarkan pengujian tanah dan kebutuhan unsur hara tanaman untuk mengoptimalkan ketersediaan unsur hara, meminimalkan kehilangan unsur hara, dan mencegah pencemaran lingkungan.
4. **Pengelolaan Air:** Menerapkan praktik irigasi dan drainase untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air, mencegah genangan air, dan menjaga tingkat kelembaban tanah agar sesuai untuk pertumbuhan tanaman.
5. **Pengendalian Hama Terpadu (IPM):** Menggunakan pendekatan holistik untuk mengelola hama, penyakit, dan gulma dengan menggabungkan metode pengendalian budaya, biologi, dan kimia untuk meminimalkan dampak lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada pestisida.
6. **Remediasi Tanah:** Menerapkan teknik untuk memulihkan tanah yang terkontaminasi, seperti fitoremediasi, pencucian tanah, dan bioremediasi, untuk memulihkan kesehatan tanah dan mencegah degradasi lingkungan lebih lanjut.

7. Amandemen Tanah: Memasukkan bahan amandemen tanah seperti kapur, gipsum, dan bahan organik untuk meningkatkan pH tanah, struktur, dan ketersediaan unsur hara, meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah.
8. Rehabilitasi Tanah: Merehabilitasi tanah yang terdegradasi melalui tindakan restorasi lahan seperti penghijauan, reboisasi, dan revegetasi untuk memulihkan fungsi dan jasa ekosistem.

Prinsip-prinsip dan praktik-praktik ini sejalan dengan tujuan umum FAO untuk mendorong perawatan tanah berkelanjutan guna menjamin produktivitas jangka panjang dan ketahanan lanskap pertanian sekaligus menjaga kualitas lingkungan dan mendukung mata pencaharian. FAO memberikan panduan teknis, inisiatif peningkatan kapasitas, dan dukungan kebijakan untuk membantu negara-negara mengadopsi dan menerapkan praktik perawatan tanah berkelanjutan secara efektif.

"Perawatan tanah berkelanjutan" umumnya mengacu pada penerapan praktik dan teknik yang meningkatkan kesehatan, kesuburan, dan produktivitas tanah dalam jangka panjang dengan cara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan layak secara ekonomi. Hal ini melibatkan pengelolaan tanah dengan cara yang menyeimbangkan kebutuhan generasi saat ini dan masa depan sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Komponen utama perawatan tanah berkelanjutan dapat mencakup:

1. *Pengujian dan Analisis Tanah*: Penilaian berkala terhadap sifat-sifat tanah, seperti pH, tingkat unsur hara, kandungan bahan organik, dan tekstur, untuk menyesuaikan praktik pengelolaan.
2. *Pengelolaan Unsur Hara*: Menerapkan strategi untuk mengoptimalkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman sekaligus meminimalkan limpasan dan pencucian unsur hara, seperti pemupukan yang presisi, penggunaan bahan

tambahan organik, dan siklus unsur hara melalui penanaman penutup tanah dan rotasi tanaman.

3. *Pengelolaan Bahan Organik*: Memasukkan bahan organik, seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa tanaman, untuk memperbaiki struktur tanah, retensi air, dan siklus unsur hara, sehingga meningkatkan kesuburan dan ketahanan tanah.
4. *Pengendalian Erosi*: Menerapkan tindakan pengendalian erosi, seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, pemberian mulsa, dan penyangga vegetatif, untuk mencegah erosi tanah dan menjaga keutuhan tanah.
5. *Pengelolaan Air*: Menerapkan praktik-praktik untuk melestarikan sumber daya air dan mengoptimalkan tingkat kelembaban tanah, termasuk pengelolaan irigasi, pemanenan air hujan, dan teknik konservasi tanah.
6. *Pengendalian Hama Terpadu (IPM)*: Memanfaatkan kombinasi metode biologis, budaya, dan kimia untuk mengelola hama dan penyakit sekaligus meminimalkan dampak lingkungan dan melestarikan organisme tanah yang bermanfaat.
7. *Pengolahan Konservasi*: Menerapkan praktik pengurangan pengolahan tanah atau tanpa pengolahan untuk meminimalkan gangguan tanah, melestarikan struktur tanah, dan mengurangi risiko erosi.
8. *Rotasi dan Diversifikasi Tanaman*: Rotasi tanaman dan mengintegrasikan beragam spesies tanaman untuk meningkatkan keanekaragaman hayati tanah, menekan hama dan penyakit, meningkatkan siklus unsur hara, dan mengurangi ketergantungan pada masukan eksternal.

Perawatan tanah berkelanjutan bertujuan untuk menjaga atau meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanah dalam jangka panjang, mendukung praktik pertanian, hortikultura, dan pengelolaan lahan berkelanjutan.

Berikut adalah tabel yang menguraikan beberapa metode umum Perawatan tanah berkelanjutan:

Tabel 9.2 Tabel Perawatan tanah berkelanjutan

Soil Treatment Method (Metode Perawatan Tanah)	Description (Deskripsi)
Composting Pengomposan	Mengubah sampah organik menjadi kompos kaya nutrisi, yang dapat ditambahkan ke tanah untuk meningkatkan kesuburan dan struktur.
Cover Cropping Pemangkasan Penutup	Menanam tanaman tertentu untuk menutupi dan melindungi tanah pada saat tanaman utama tidak tumbuh, meningkatkan kesehatan tanah dan mencegah erosi.
Mulching Mulsa	Penerapan lapisan bahan organik atau anorganik pada permukaan tanah untuk mempertahankan kelembapan, menekan gulma, mengatur suhu, dan meningkatkan kesuburan tanah.
No-Till Farming Pertanian Tanpa Pengolahan Tanah	Menanam tanaman tanpa mengganggu tanah melalui pengolahan tanah, menjaga struktur tanah, mengurangi erosi, dan menahan bahan organik.
Crop Rotation Rotasi Tanaman	Pergantian tanaman yang berbeda dalam urutan tertentu pada lahan yang sama untuk meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi hama dan penyakit, serta menjaga kesehatan tanah.
Green Manure Pupuk Hijau	Menanam tanaman penutup tanah tertentu yang kemudian dimasukkan ke dalam tanah untuk menambah bahan organik, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan tingkat unsur hara.

Soil Treatment Method (Metode Perawatan Tanah)	Description (Deskripsi)
Biochar Application Aplikasi Biochar	Menambahkan bahan seperti arang yang dihasilkan dari bahan organik ke dalam tanah untuk meningkatkan retensi unsur hara, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan aktivitas mikroba.
Soil Amendments Amandemen Tanah	Memasukkan bahan alami seperti gipsum, kapur, atau debu batu ke dalam tanah untuk menyesuaikan tingkat pH, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan meningkatkan sifat tanah.

Metode perawatan tanah berkelanjutan ini berfokus pada peningkatan kesehatan, kesuburan, dan struktur tanah sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan seperti erosi tanah, penipisan unsur hara, dan limpasan bahan kimia. Menerapkan praktik-praktik ini dapat berkontribusi terhadap keberlanjutan tanah dan produktivitas pertanian dalam jangka panjang.

Perawatan tanah berkelanjutan mirip dengan pengelolaan tanah berkelanjutan karena kedua konsep tersebut melibatkan penerapan praktik dan teknik untuk menjaga atau meningkatkan kualitas, kesuburan, dan produktivitas tanah. Kedua pendekatan tersebut menekankan pentingnya menyeimbangkan kebutuhan manusia dengan kelestarian lingkungan dan kesehatan tanah dalam jangka panjang.

Namun, mungkin ada sedikit perbedaan dalam penekanannya:

1. Perawatan tanah berkelanjutan seringkali secara khusus berfokus pada penerapan praktik-praktik yang mendorong keberlanjutan dalam pengelolaan tanah, seperti meminimalkan penggunaan bahan sintesis, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, dan mencegah erosi tanah melalui praktik konservasi.

2. Pengelolaan Tanah Berkelanjutan, di sisi lain, merupakan konsep yang lebih luas yang mencakup aktivitas yang lebih luas terkait dengan pengelolaan tanah, termasuk pengelolaan unsur hara, pengelolaan air, pengendalian erosi, rotasi tanaman, dan pengelolaan hama terpadu. Meskipun pengelolaan tanah berkelanjutan pada dasarnya menggabungkan praktik-praktik berkelanjutan, pengelolaan tersebut mungkin tidak selalu secara eksplisit menekankan keberlanjutan sebagai tujuan utamanya.

Intinya, Perawatan tanah berkelanjutan dapat dianggap sebagai bagian dari pengelolaan tanah, dengan fokus khusus pada prinsip dan praktik keberlanjutan dalam pengelolaan tanah.

Berikut tabel yang menyoroti perbedaan utama antara perawatan tanah berkelanjutan dan pengelolaan tanah berkelanjutan:

Tabel 9.3 Perawatan tanah berkelanjutan dan Pengelolaan (Management) tanah berkelanjutan

Aspect (Aspek)	Sustainable Soil Treatment perawatan tanah berkelanjutan	Sustainable Soil Management pengelolaan tanah berkelanjutan
Focus Fokus	Terutama berfokus pada praktik berkelanjutan untuk perbaikan dan Pengolahan tanah.	Berbagai kegiatan yang bertujuan untuk memelihara atau meningkatkan kesehatan, kesuburan, dan Produktivitas tanah untuk berbagai penggunaan lahan.
Emphasis Penekanan	Primarily focused on sustainable practices for soil improvement and treatment.	Mengatasi kesehatan dan produktivitas tanah secara keseluruhan dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip keberlanjutan..
Main Goals Tujuan Utama	Meningkatkan kesehatan, kesuburan, dan produktivitas tanah	Mengoptimalkan kualitas dan produktivitas tanah untuk penggunaan jangka panjang melalui kegiatan seperti

Aspect (Aspek)	Sustainable Soil Treatment perawatan tanah berkelanjutan	Sustainable Soil Management pengelolaan tanah berkelanjutan
	melalui praktik berkelanjutan seperti pengelolaan bahan organik, pengendalian erosi, dan pengelolaan unsur hara.	pengujian tanah, rotasi tanaman, pengelolaan air, dan pengendalian hama.
Scope of Practices Ruang Lingkup Praktek	Mencakup teknik khusus untuk perbaikan tanah, pencegahan erosi, pengelolaan unsur hara, dan penambahan bahan organik.	Mencakup berbagai praktik yang berkaitan dengan pengelolaan tanah, termasuk namun tidak terbatas pada pengujian tanah, pengelolaan irigasi, pengolahan tanah konservasi, dan rotasi tanaman.
Environmental Considerations Pertimbangan Lingkungan	Memprioritaskan pendekatan ramah lingkungan, seperti meminimalkan masukan bahan kimia dan mengurangi erosi tanah dan limpasan unsur hara.	Mengintegrasikan prinsip-prinsip kelestarian lingkungan ke dalam praktik pengelolaan tanah, yang bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem dan sumber daya alam.
Economic Viability Kelayakan Ekonomi	Mempertimbangkan kelayakan ekonomi dari praktik pengolahan tanah berkelanjutan, menyeimbangkan biaya dengan manfaat jangka panjang.	Mempertimbangkan kelayakan ekonomi dari praktik pengelolaan tanah sekaligus memastikan bahwa tujuan keberlanjutan tercapai.

Tabel ini memberikan perbandingan aspek-aspek utama dari perawatan tanah berkelanjutan dan pengelolaan tanah berkelanjutan, dengan menyoroti persamaan dan perbedaan

dalam fokus, tujuan, ruang lingkup praktik, pertimbangan lingkungan, dan kelayakan ekonomi.

E. Konservasi Tanah Berkelanjutan (*Sustainable soil conservation*)

Teori konservasi tanah berfokus pada pencegahan erosi, degradasi, dan hilangnya kesuburan tanah untuk menjaga produktivitas jangka panjang dan keberlanjutan sumber daya tanah. Hal ini menekankan penerapan praktik dan teknik seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, pemberian mulsa, penahan angin, penanaman penutup tanah, dan pengolahan tanah konservasi untuk mengurangi erosi tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan retensi air. Tujuan utamanya adalah untuk melindungi dan melestarikan kualitas tanah, mendorong praktik penggunaan lahan berkelanjutan yang mendukung produktivitas pertanian, keanekaragaman hayati, dan kesehatan lingkungan.

Teori dan praktik konservasi tanah telah dikembangkan selama berabad-abad oleh banyak individu dan masyarakat yang peduli terhadap perlindungan sumber daya tanah. Meskipun sulit untuk menghubungkan teori konservasi tanah dengan satu orang saja, terdapat tokoh-tokoh penting yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman dan promosi prinsip-prinsip konservasi tanah.

Salah satu tokoh terkemuka adalah Hugh Hammond Bennett, yang sering disebut sebagai "bapak konservasi tanah" di Amerika Serikat. Karya Bennett pada awal hingga pertengahan abad ke-20 membantu meningkatkan kesadaran tentang erosi dan degradasi tanah serta mengadvokasi penerapan praktik konservasi untuk mengurangi masalah ini. Upayanya mengarah pada pembentukan Layanan Konservasi Tanah, yang sekarang dikenal sebagai Layanan Konservasi Sumber Daya Alam, dan penerapan program konservasi tanah di seluruh Amerika Serikat.

Tokoh terkemuka lainnya yang berkontribusi pada teori dan praktik konservasi tanah antara lain adalah Aldo Leopold, J. Russell Smith, dan Walter C. Lowdermilk. Orang-orang ini melakukan penelitian, menulis publikasi berpengaruh, dan mengadvokasi kebijakan yang bertujuan untuk mempromosikan praktik pengelolaan lahan berkelanjutan untuk mencegah erosi tanah, menjaga kesuburan tanah, dan melindungi ekosistem alami.

Konservasi tanah melibatkan metode dan strategi yang digunakan untuk mencegah erosi, degradasi, dan hilangnya kesuburan tanah. Hal ini bertujuan untuk melindungi dan melestarikan tanah untuk pemanfaatan berkelanjutan dalam pertanian, kehutanan, konstruksi, dan aktivitas manusia lainnya. Praktik konservasi tanah meliputi pembajakan kontur, pembuatan terasering, rotasi tanaman, penanaman penutup tanah, pemberian mulsa, pertanian tanpa pengolahan tanah, reboisasi, dan penerapan struktur pengendalian erosi seperti penyangga vegetatif dan perangkap sedimen. Upaya-upaya ini membantu menjaga kesehatan, kesuburan, dan produktivitas tanah sekaligus memitigasi dampak negatif erosi dan degradasi tanah terhadap lingkungan.

Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) menekankan pentingnya pengelolaan tanah berkelanjutan untuk menjamin produktivitas jangka panjang dan kesehatan sumber daya tanah. Meskipun FAO tidak memiliki —teori khusus tentang konservasi tanah berkelanjutan, pendekatannya selaras dengan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan dan konservasi tanah yang lebih luas. Berikut beberapa prinsip utama yang dipromosikan FAO terkait konservasi tanah berkelanjutan:

1. *Pengelolaan Kesehatan Tanah*: FAO menekankan konsep kesehatan tanah, yang mencakup sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Konservasi tanah berkelanjutan melibatkan pengelolaan kesehatan tanah melalui praktik-praktik seperti meminimalkan erosi tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, menyeimbangkan masukan nutrisi, dan meningkatkan keanekaragaman hayati tanah.

2. *Pertanian Konservasi*: FAO mengadvokasi pertanian konservasi, yang melibatkan gangguan tanah minimal, penutupan tanah permanen dengan sisa tanaman atau tanaman penutup tanah, dan rotasi tanaman yang terdiversifikasi. Praktik-praktik ini membantu memperbaiki struktur tanah, mengurangi erosi, menjaga kelembaban tanah, dan meningkatkan kesuburan tanah dalam jangka panjang.
3. *Pengelolaan Tanah Terpadu*: FAO mendorong pendekatan terpadu terhadap pengelolaan tanah yang mempertimbangkan interaksi antara tanah, air, tanaman, dan komponen agroekosistem lainnya. Pendekatan ini melibatkan penggunaan pupuk, pestisida, dan bahan-bahan lain secara bijaksana untuk meminimalkan dampak negatif terhadap kesehatan tanah dan lingkungan.
4. *Pendekatan Partisipatif*: FAO menekankan pentingnya melibatkan petani, masyarakat lokal, dan pemangku kepentingan lainnya dalam upaya konservasi tanah. Pendekatan partisipatif membantu memastikan bahwa praktik pengelolaan tanah bersifat spesifik pada konteksnya, dapat diterima secara sosial, dan berkelanjutan dalam jangka panjang.
5. *Dukungan Kebijakan*: FAO memberikan bantuan teknis, peningkatan kapasitas, dan panduan kebijakan untuk mendukung konservasi tanah berkelanjutan di tingkat nasional, regional, dan global. Hal ini termasuk mendorong kebijakan dan insentif yang mendorong praktik pengelolaan lahan berkelanjutan, investasi pada infrastruktur konservasi tanah, dan integrasi konservasi tanah ke dalam agenda pembangunan yang lebih luas.

Secara keseluruhan, pendekatan FAO terhadap konservasi tanah berkelanjutan menggarisbawahi pentingnya melindungi dan meningkatkan sumber daya tanah untuk mendukung ketahanan pangan, kelestarian lingkungan, dan penghidupan pedesaan.

Konservasi tanah berkelanjutan berfokus pada pelestarian sumber daya tanah dan mencegah degradasi tanah melalui praktik- praktik yang ramah lingkungan dan ekonomis. Aspek-aspek kunci dari konservasi tanah berkelanjutan meliputi:

1. *Pengendalian erosi*: Menerapkan praktik-praktik seperti pertanian kontur, terasering, dan penanaman strip untuk mengurangi erosi tanah yang disebabkan oleh air atau angin.
2. *Tutupan vegetasi*: Mempertahankan tutupan vegetatif permanen atau sementara melalui praktik seperti penanaman penutup tanah, wanatani, dan saluran air berumput untuk melindungi tanah dari erosi dan meningkatkan stabilitas tanah.
3. *Pengelolaan tanah*: Menerapkan praktik pengolahan tanah konservasi atau tanpa pengolahan tanah untuk meminimalkan gangguan tanah, melestarikan struktur tanah, dan mengurangi risiko erosi.
4. *Pengelolaan unsur hara*: Menyeimbangkan masukan dan keluaran unsur hara melalui pemupukan yang presisi, siklus unsur hara, dan pengujian tanah untuk mencegah limpasan unsur hara dan degradasi tanah.
5. *Pengelolaan air*: Menerapkan praktik seperti irigasi tetes, pemantauan kelembaban tanah, dan teknologi hemat air untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air dan mencegah erosi tanah akibat genangan air atau limpasan.
6. *Pertanian kontur*: Menanam tanaman di sepanjang garis kontur lahan untuk memperlambat limpasan air, mengurangi erosi tanah, dan meningkatkan infiltrasi air.
7. *Penahan angin dan sabuk pengaman*: Menanam pohon atau semak di lokasi strategis untuk mengurangi kecepatan angin, mencegah erosi angin, dan melindungi tanah dan tanaman dari kerusakan akibat angin.
8. *Pengelolaan bahan organik tanah*: Menambahkan bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, atau sisa tanaman untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan retensi kelembaban, dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah.

9. *Perencanaan penggunaan lahan*: Mempertimbangkan praktik konservasi tanah dalam keputusan perencanaan penggunaan lahan untuk meminimalkan gangguan tanah, melindungi kawasan sensitif, dan menjaga kesehatan tanah.

Praktik konservasi tanah berkelanjutan bertujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas, kesuburan, dan ketahanan tanah sekaligus meminimalkan erosi tanah, hilangnya unsur hara, dan degradasi lingkungan. Praktik-praktik ini mendukung keberlanjutan sistem pertanian dalam jangka panjang dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan perlindungan lingkungan.

Berikut adalah tabel yang menguraikan praktik-praktik utama dalam perawatan, pengelolaan, dan konservasi tanah berkelanjutan:

Tabel 9.4 Tabel praktik umum perawatan, pengelolaan, dan konservasi tanah berkelanjutan

Aspect (Aspek)	Sustainable Soil Treatment (Perawatan tanah berkelanjutan)	Sustainable Soil Management (Pengelolaan tanah berkelanjutan)	Sustainable Soil Conservation (Konservasi tanah berkelanjutan)
Organic amendments Amandemen organik	Menambahkan kompos, pupuk kandang, atau pupuk hijau untuk meningkatkan kesuburan tanah	Memasukkan bahan organik untuk meningkatkan kesehatan dan kesuburan tanah	Menambahkan bahan organik untuk melindungi tanah dari erosi
Cover cropping Pemangkasan penutup	Penanaman tanaman penutup tanah untuk memperbaiki struktur tanah dan menambah bahan organik	Rotasi tanaman penutup tanah untuk menjaga kesehatan tanah dan keanekaragaman hayati	Mempertahankan tutupan vegetasi untuk mencegah erosi dan hilangnya tanah
Crop rotation Rotasi tanaman	Rotasi tanaman untuk memperbaiki struktur tanah dan siklus unsur hara	Menerapkan rotasi tanaman yang beragam untuk mengendalikan	Rotasi tanaman untuk mencegah penipisan tanah dan menjaga kesuburan

Aspect (Aspek)	Sustainable Soil Treatment (Perawatan tanah berkelanjutan)	Sustainable Soil Management (Pengelolaan tanah berkelanjutan)	Sustainable Soil Conservation (Konservasi tanah berkelanjutan)
		hama dan penyakit	
No-till/reduced tillage Tanpa pengolahan tanah/pengolahan tanah yang dikurangi	Meminimalkan gangguan tanah untuk melestarikan struktur tanah	Mengurangi pengolahan tanah untuk menjaga kelembaban tanah dan mencegah erosi	Mengadopsi tanpa pengolahan tanah atau pengurangan pengolahan tanah untuk mencegah erosi tanah
Nutrient management Manajemen nutrisi	Menerapkan pupuk secara bijaksana untuk meminimalkan limpasan dan polusi	Menyeimbangkan masukan nutrisi melalui pemupukan yang presisi	Mengelola masukan unsur hara untuk mencegah degradasi tanah
Biological amendments Amandemen biologis	Memasukkan mikroorganisme bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan tanah	Mempromosikan keanekaragaman hayati tanah dan aktivitas mikroba	Mendorong mikroorganisme bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah
Soil pH management Pengelolaan pH tanah	Memperbaiki ketidakseimbangan pH tanah untuk mengoptimalkan ketersediaan unsur hara	Memantau dan mengatur pH tanah untuk menjaga kesuburan	Menyeimbangkan pH tanah untuk mencegah pencucian unsur hara dan erosi
Integrated pest management (IPM) Pengendalian hama terpadu (PHT)	Menerapkan strategi PHT untuk meminimalkan penggunaan pestisida	Mengintegrasikan metode pengendalian hama untuk menjaga kesehatan tanah	Menggabungkan praktik PHT untuk melindungi tanah dan meningkatkan keanekaragaman hayati
Soil erosion control	Menerapkan tindakan pengendalian erosi	Mengelola risiko erosi melalui	Melindungi tanah dari erosi dengan

Aspect (Aspek)	Sustainable Soil Treatment (Perawatan tanah berkelanjutan)	Sustainable Soil Management (Pengelolaan tanah berkelanjutan)	Sustainable Soil Conservation (Konservasi tanah berkelanjutan)
Pengendalian erosi tanah	untuk mencegah hilangnya tanah	desain dan praktik lanskap	menggunakan penghalang fisik dan vegetasi

Tabel ini memberikan perbandingan berbagai praktik dalam setiap aspek perawatan, pengelolaan, dan konservasi tanah berkelanjutan.

Penilaian kesehatan tanah (*Soil health assessment*)

Penilaian kesehatan tanah biasanya dianggap sebagai komponen pengolahan tanah dan pengelolaan tanah. Dalam pengolahan tanah, penilaian kesehatan tanah membantu menentukan kondisi tanah saat ini dan mengidentifikasi masalah atau kekurangan tertentu yang perlu diatasi. Informasi ini memandu pemilihan dan penerapan praktik pengolahan tanah yang tepat, seperti menambahkan bahan organik, menyesuaikan pH tanah, atau memasukkan mikroorganisme bermanfaat.

Dalam pengelolaan tanah, penilaian kesehatan tanah yang berkelanjutan memainkan peran penting dalam memantau efektivitas praktik pengelolaan dan membuat keputusan yang tepat untuk menjaga atau meningkatkan kesehatan tanah dari waktu ke waktu. Dengan mengevaluasi secara rutin indikator kesehatan tanah seperti kandungan bahan organik tanah, tingkat unsur hara, aktivitas mikroba, dan sifat fisik, praktisi dapat menyesuaikan strategi pengelolaan sesuai kebutuhan untuk mengoptimalkan kesuburan, struktur, dan ketahanan tanah.

Meskipun penilaian kesehatan tanah secara tidak langsung mendukung upaya konservasi tanah dengan menginformasikan praktik pengelolaan yang meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan tanah, penilaian tersebut biasanya tidak diklasifikasikan sebagai komponen langsung dari konservasi tanah. Namun, menilai kesehatan tanah sangat penting untuk menerapkan langkah-langkah konservasi tanah

yang efektif dan memastikan perlindungan dan pelestarian sumber daya tanah dalam jangka panjang.

Penilaian kesehatan tanah berfokus pada evaluasi berbagai indikator dan parameter untuk menentukan kesehatan dan kualitas tanah secara keseluruhan.

Aspek-aspek utama yang menjadi fokus penilaian kesehatan tanah meliputi:

1. *Sifat fisik*: Menilai tekstur, struktur, pemadatan, dan porositas tanah untuk memahami kemampuan tanah dalam menahan air, mendukung pertumbuhan akar, dan menahan erosi.
2. *Sifat kimia*: Menganalisis pH tanah, tingkat unsur hara (seperti nitrogen, fosfor, dan kalium), kandungan bahan organik, dan keberadaan kontaminan untuk mengevaluasi kesuburan tanah, ketersediaan unsur hara, dan potensi risiko terhadap kesehatan tanaman dan lingkungan.
3. *Aktivitas biologis*: Memeriksa keanekaragaman, kelimpahan, dan aktivitas mikroba, serta keberadaan cacing tanah dan organisme tanah lainnya, untuk menilai kemampuan tanah dalam menguraikan bahan organik, mendaur ulang unsur hara, menekan patogen, dan mendukung pertumbuhan tanaman.
4. *Stabilitas agregat*: Mengevaluasi agregat tanah dan stabilitasnya terhadap erosi, pemadatan, dan kerusakan untuk mengukur struktur dan ketahanan tanah.
5. *Infiltrasi dan retensi air*: Mengukur kemampuan tanah dalam menyerap dan menahan air, serta karakteristik drainasenya, untuk menilai ketersediaan air bagi tanaman dan risiko genangan air atau limpasan.
6. *Kesehatan dan pertumbuhan akar*: Mengamati morfologi, distribusi, dan vitalitas akar untuk memahami interaksi tanaman-tanah, serapan unsur hara, dan kesehatan tanaman secara keseluruhan.
7. *Resiko erosi*: Menilai potensi erosi tanah berdasarkan faktor-faktor seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, tutupan vegetasi, dan tindakan pengendalian erosi untuk

mengidentifikasi kawasan yang berisiko dan memprioritaskan upaya konservasi.

Dengan berfokus pada aspek-aspek ini, penilaian kesehatan tanah memberikan informasi berharga untuk memandu keputusan pengelolaan tanah, mengoptimalkan praktik pertanian, dan mendorong penggunaan lahan berkelanjutan sekaligus melindungi sumber daya tanah dan kesehatan ekosistem.

Teori dan praktik penilaian kesehatan tanah digunakan oleh berbagai pemangku kepentingan yang terlibat dalam pertanian, konservasi lingkungan, pengelolaan lahan, penelitian, dan pembuatan kebijakan.

Beberapa pengguna utama penilaian kesehatan tanah meliputi:

1. *Petani dan produsen pertanian*: Petani menggunakan penilaian kesehatan tanah untuk memantau kondisi tanah mereka, membuat keputusan yang tepat mengenai pemilihan tanaman dan praktik pengelolaan, mengoptimalkan pengelolaan pupuk dan unsur hara, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian secara keseluruhan.
2. *Penasihat dan konsultan pertanian*: Penasihat pertanian memberikan keahlian dan bimbingan kepada petani mengenai teknik penilaian kesehatan tanah, interpretasi hasil pengujian tanah, dan penerapan praktik pengelolaan tanah yang disesuaikan dengan kondisi dan tujuan pertanian tertentu.
3. *Peneliti dan ilmuwan*: Penilaian kesehatan tanah merupakan aspek mendasar dari penelitian ilmu tanah, agronomi, ekologi, dan ilmu lingkungan. Para peneliti menggunakan penilaian kesehatan tanah untuk mempelajari interaksi tanah-tanaman, ekologi mikroba, siklus unsur hara, konservasi tanah, dan praktik pengelolaan lahan berkelanjutan.

4. *Organisasi lingkungan dan kelompok konservasi*: Organisasi lingkungan menggunakan penilaian kesehatan tanah untuk menilai dampak penggunaan lahan dan praktik pengelolaan terhadap kualitas tanah dan kesehatan ekosistem, mengidentifikasi area yang menjadi perhatian atau degradasi, dan mengadvokasi pengelolaan lahan berkelanjutan dan strategi konservasi.
5. *Instansi pemerintah dan pembuat kebijakan*: Instansi pemerintah yang bertanggung jawab di bidang pertanian, perlindungan lingkungan, dan pengelolaan lahan menggunakan data penilaian kesehatan tanah untuk mengembangkan kebijakan, peraturan, dan program yang bertujuan untuk mendorong pengelolaan tanah berkelanjutan, konservasi, dan pemeliharaan lingkungan.
6. *Institusi pendidikan*: Penilaian kesehatan tanah dimasukkan ke dalam kurikulum ilmu tanah, agronomi, dan ilmu lingkungan di perguruan tinggi, universitas, dan program penyuluhan untuk mendidik pelajar dan profesional tentang sifat-sifat tanah, praktik pengelolaan, dan penggunaan lahan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, penilaian kesehatan tanah memainkan peran penting dalam memandu pengambilan keputusan dan mendorong praktik pengelolaan tanah berkelanjutan di berbagai sektor untuk melindungi sumber daya tanah, meningkatkan produktivitas pertanian, dan melestarikan ekosistem alami.

Berikut adalah tabel sederhana yang menguraikan komponen-komponen utama penilaian kesehatan tanah:

Tabel 9.5 komponen utama penilaian kesehatan tanah

Aspect Aspek	Indicators Indikator
Physical properties Properti fisik	Tekstur tanah, struktur, pemadatan, porositas
Chemical properties	PH tanah, kadar unsur hara (N, P, K),
Sifat kimia	kandungan bahan organik

Aspect Aspek	Indicators Indikator
Biological activity Aktivitas biologis	Keanekaragaman mikroba, kelimpahan cacing tanah, kesehatan akar
Aggregate stability Stabilitas agregat	Agregat tanah, stabilitas terhadap erosi
Water infiltration Resapan air	Laju infiltrasi air, retensi kelembaban tanah
Root health and growth Kesehatan dan pertumbuhan akar	Morfologi akar, sebaran, vitalitas
Erosion risk Risiko erosi	Kemiringan, tutupan vegetasi, tindakan pengendalian erosi

Tabel ini memberikan gambaran dasar tentang aspek-aspek yang biasanya dipertimbangkan dalam penilaian kesehatan tanah, beserta contoh indikator yang digunakan untuk mengevaluasi setiap aspek. Ingatlah bahwa penilaian kesehatan tanah dapat melibatkan analisis yang lebih rinci dan indikator tambahan tergantung pada tujuan, metodologi, dan kondisi lingkungan tertentu.

Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan sehingga muncul teori/konsep tanah berkelanjutan (Sustainable Soil Concept) yang menyatakan bahwa Manajemen tanah berkelanjutan memunculkan Perawatan Tanah berkelanjutan yang bertujuan berhasilnya Konservasi tanah berkelanjutan.



Gambar 9.1 Proses Pengelolaan Tanah berkelanjutan

Concept of Sustainable Soils



Konsep Tanah Berkelanjutan

Gambar 9.2 Diagram Lingkaran Konsep Tanah berkelanjutan

—Manajemen menggambarkan gagasan yang luas terkait dengan keberlanjutan tanah, Treatment (Perawatan) menyiratkan pendekatan yang lebih terperinci dalam merawat tanah secara berkelanjutan, dan esensi paling fundamental adalah konsep konservasi tanah berkelanjutan. Melalui pelaksanaan manajemen dan treatment yang efektif, konservasi tanah berkelanjutan dapat berhasil dicapai secara optimal.

—Management describes broad ideas related to soil sustainability, Treatment implies a more detailed approach to caring for soil sustainably, and the most fundamental essence is the concept of sustainable soil conservation. Through the implementation of effective management and treatment, sustainable soil conservation can be achieved optimally."

F. Peradaban Pertanian (*Civilization of Agriculture*)

Istilah "peradaban pertanian" mengacu pada masyarakat atau peradaban yang sangat bergantung pada pertanian sebagai landasan ekonomi dan sosial utama mereka. Peradaban ini muncul seiring dengan berkembangnya pertanian, yang memungkinkan terjadinya peralihan dari gaya hidup pemburu-pengumpul nomaden ke komunitas pertanian yang menetap. Ciri-ciri peradaban pertanian biasanya meliputi:

1. *Permukiman menetap*: Dengan munculnya pertanian, orang-orang mulai menetap di desa atau kota permanen daripada berpindah terus-menerus untuk mencari makanan. Hal ini memungkinkan berkembangnya masyarakat yang kompleks dengan peran dan hierarki sosial yang terspesialisasi.
2. *Produksi pertanian*: Pertanian menjadi kegiatan ekonomi utama, dimana masyarakat bercocok tanam dan memelihara hewan untuk makanan, serat, dan sumber daya lainnya. Tanaman umum termasuk biji-bijian seperti gandum, barley, beras, dan jagung, serta kacang-kacangan, sayuran, dan buah-buahan.
3. *Surplus produksi pangan*: Perkembangan pertanian menyebabkan produksi pangan berlebih melebihi kebutuhan subsisten langsung. Surplus ini dapat disimpan dan diperdagangkan, mendukung pertumbuhan pusat kota, jaringan perdagangan, dan profesi khusus.
4. *Organisasi sosial*: Masyarakat pertanian sering kali memiliki struktur sosial hierarki dengan penguasa, pendeta, pengrajin, dan buruh. Pemerintah muncul untuk mengelola sumber daya, menjaga ketertiban, dan menegakkan keadilan.
5. *Kemajuan teknologi*: Pertanian mendorong inovasi teknologi seperti sistem irigasi, bajak, dan peralatan yang ditarik hewan, yang meningkatkan produktivitas pertanian dan memungkinkan penanaman lahan yang lebih luas.
6. *Prestasi budaya dan seni*: Dengan stabilitas yang diberikan oleh pertanian, peradaban mampu mengembangkan budaya, bahasa, agama, dan tradisi seni yang kompleks. Arsitektur, sastra, seni, dan struktur monumental berkembang di masyarakat agraris.

Contoh peradaban pertanian antara lain Mesopotamia kuno (Sumeria, Babilonia, Asiria), Mesir kuno, peradaban Lembah Indus, Tiongkok kuno, dan peradaban pra-Columbus di benua Amerika (seperti Maya, Aztec, dan Inca). Peradaban-peradaban ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap sejarah manusia dan meletakkan dasar bagi perkembangan masyarakat modern.

Selama abad ke-20, Metode Pertanian Cornell, juga dikenal sebagai Sistem Tanam Cornell, merupakan contoh pendekatan pertanian yang dikembangkan di Universitas Cornell. Metode ini dirumuskan secara kolektif oleh para peneliti di universitas tersebut, dengan tokoh-tokoh terkemuka seperti Liberty Hyde Bailey dan Albert Emerson yang memimpin upaya tersebut. Hal ini muncul dari kerja kolaboratif berbagai ilmuwan dan ahli agronomi yang berafiliasi dengan Fakultas Pertanian dan Kehidupan Universitas Cornell.

Metode Pertanian Cornell, juga dikenal sebagai Sistem Tanam Cornell, berfokus pada penerapan praktik pertanian berkelanjutan yang meningkatkan kesehatan tanah, meningkatkan produktivitas tanaman, dan memastikan kelestarian lingkungan jangka panjang. Aspek-aspek penting dari Metode Pertanian Cornell meliputi:

1. *Rotasi tanaman*: Rotasi tanaman untuk meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi tekanan hama dan penyakit, dan meningkatkan siklus unsur hara.
2. *Tanaman penutup tanah*: Menanam tanaman penutup tanah selama masa bera untuk melindungi dan meningkatkan kesehatan tanah, menekan gulma, dan meningkatkan bahan organik tanah.
3. *Pengomposan*: Memanfaatkan teknik pengomposan untuk mendaur ulang bahan sampah organik menjadi bahan pembenah tanah yang kaya nutrisi, sehingga meningkatkan kesuburan dan struktur tanah.
4. *Pengelolaan hama terpadu (PHT)*: Menerapkan strategi PHT untuk mengelola hama, penyakit, dan gulma sambil meminimalkan ketergantungan pada pestisida sintetis dan menjaga keseimbangan lingkungan.
5. *Konservasi tanah*: Menerapkan praktik-praktik seperti pengolahan tanah konservasi, tindakan pengendalian erosi, dan pengelolaan bahan organik tanah untuk melindungi sumber daya tanah dan mencegah erosi.

6. Prinsip-prinsip agroekologi: Mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologi ke dalam praktik pertanian untuk meningkatkan keanekaragaman hayati, meningkatkan jasa ekosistem, dan meningkatkan ketahanan pertanian secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, Metode Pertanian Cornell menekankan pendekatan pertanian yang holistik dan ramah lingkungan, yang bertujuan untuk memaksimalkan produktivitas pertanian sekaligus meminimalkan dampak lingkungan dan memastikan keberlanjutan sistem pertanian dalam jangka panjang.

Metode Pertanian Cornell menekankan pentingnya melakukan penelitian untuk menilai dan memantau berbagai indikator kesehatan tanah, produktivitas tanaman, dan kelestarian lingkungan.

Beberapa indikator penelitian utama yang terkait dengan Metode Pertanian Cornell dapat mencakup:

1. Indikator kesehatan tanah:
 - a. Kandungan bahan organik tanah
 - b. Tingkat unsur hara tanah (nitrogen, fosfor, kalium, dll)
 - c. pH tanah
 - d. Keanekaragaman dan aktivitas mikroba
 - e. Pemadatan dan struktur tanah
2. Indikator produktivitas tanaman:
 - a. Hasil dan kualitas tanaman
 - b. Laju pertumbuhan
 - c. Penyerapan dan pemanfaatan unsur hara oleh tanaman
 - d. Kejadian dan pengendalian hama dan penyakit
3. Indikator kelestarian lingkungan:
 - a. Tingkat erosi tanah
 - b. Kualitas air dan limpasan nutrisi
 - c. Keanekaragaman hayati dan konservasi habitat
 - d. Em
 - e. Efisiensi penggunaan energi dan konservasi sumber daya

Penelitian yang dilakukan dalam kerangka Metode Pertanian Cornell bertujuan untuk menilai indikator-indikator ini guna mengevaluasi efektivitas berbagai praktik pertanian, memberikan informasi dalam pengambilan keputusan, dan memandu pengembangan strategi pertanian berkelanjutan. Dengan memantau indikator-indikator ini dari waktu ke waktu, para peneliti dapat lebih memahami dampak praktik pengelolaan pertanian terhadap kesehatan tanah, produktivitas tanaman, dan kelestarian lingkungan, serta mengidentifikasi peluang untuk perbaikan dan inovasi dalam sistem pertanian.

Berikut adalah tabel terstruktur yang menguraikan bagaimana indikator dinilai untuk mengevaluasi efektivitas berbagai praktik pertanian:

Tabel 9.6 indikator, evaluasi dan efektivitas praktik pertanian

Indicator (Indikator)	Assessment Method (Metode Penilaian)	Evaluation Criteria (Kriteria evaluasi)
Soil Organic Matter Content Kandungan Bahan Organik Tanah	Soil sampling and laboratory analysis Pengambilan sampel tanah dan analisis laboratorium	Increase in organic matter content over time Peningkatan kandungan bahan organik dari waktu ke waktu
Soil Nutrient Levels Tingkat Nutrisi Tanah	Soil testing (e.g., nutrient analysis) Pengujian tanah (misalnya analisis unsur hara)	Adequate nutrient levels for plant growth Tingkat nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan tanaman
Soil pH pH tanah	pH meter or test kits pH meter atau alat tes	Optimal pH range for specific crops Kisaran pH optimal untuk tanaman tertentu
Microbial Diversity Keanekaragaman Mikroba	Microbial DNA sequencing, enzyme assays Urutan DNA mikroba, tes enzim	Increased microbial diversity and activity Peningkatan keanekaragaman dan aktivitas mikroba
Crop Yield and Quality Hasil dan Kualitas Tanaman	Harvest measurements, crop analysis Pengukuran panen, analisis tanaman	Higher yields and improved quality of harvested crops Hasil yang lebih tinggi dan kualitas yang lebih baik dari tanaman yang dipanen

Indicator (Indikator)	Assessment Method (Metode Penilaian)	Evaluation Criteria (Kriteria evaluasi)
		peningkatan kualitas hasil panen
Crop Growth Rates Tingkat Pertumbuhan Tanaman	Plant height measurements, canopy coverage analysis Pengukuran tinggi tanaman, analisis tutupan kanopi	Faster growth rates and healthier plant development Tingkat pertumbuhan lebih cepat dan perkembangan tanaman lebih sehat
Nutrient Uptake and Utilization Serapan dan Pemanfaatan Nutrisi	Plant tissue analysis Analisis jaringan tanaman	Efficient nutrient uptake and utilization by crops Penyerapan dan pemanfaatan unsur hara yang efisien oleh tanaman
Pest and Disease Incidence Insiden Hama dan Penyakit	Regular scouting, pest traps, disease surveys Kepanduan rutin, perangkap hama, survei penyakit	Reduction in pest and disease incidence Pengurangan kejadian hama dan penyakit
Soil Erosion Rates Tingkat Erosi Tanah	Erosion pins, sediment traps, runoff collection Pin erosi, perangkap sedimen, pengumpulan limpasan	Decrease in soil erosion rates over time Penurunan laju erosi tanah seiring berjalannya waktu
Water Quality Kualitas air	Water sampling and analysis Pengambilan sampel dan analisis air	Improvement in water quality parameters Perbaikan parameter kualitas air
Biodiversity and Habitat Keanekaragaman Hayati dan Habitat	Ecological surveys, species inventories Survei ekologi, inventarisasi spesies	Increase in species diversity and habitat quality Peningkatan keanekaragaman spesies dan kualitas habitat
Greenhouse Gas Emissions Emisi Gas Rumah Kaca	Gas chromatography, emissions monitoring Kromatografi gas, pemantauan emisi	Reduction in greenhouse gas emissions Pengurangan emisi gas rumah kaca

Indicator (Indikator)	Assessment Method (Metode Penilaian)	Evaluation Criteria (Kriteria evaluasi)
Energy Use Efficiency Efisiensi Penggunaan Energi	Input-output analysis, energy audits Analisis input-output, audit energi	Higher energy use efficiency in agricultural operations Efisiensi penggunaan energi yang lebih tinggi dalam operasi pertanian

Tabel ini menguraikan indikator-indikator utama yang relevan untuk menilai efektivitas berbagai praktik pertanian, beserta metode penilaian dan kriteria evaluasi yang sesuai. Dengan mengevaluasi indikator-indikator ini secara sistematis, para peneliti dapat menentukan dampak praktik pertanian terhadap kesehatan tanah, produktivitas tanaman, kelestarian lingkungan, dan kinerja pertanian secara keseluruhan.

G. Tokoh Ahli Pertanian

Berikut beberapa nama ahli pertanian dunia dan Indonesia.

1. Norman Ernest Borlaug

Norman Ernest Borlaug (/ˈbɔːrlɔːg/; 25 Maret 1914 – 12 September 2009) adalah seorang ahli agronomi Amerika yang memimpin inisiatif di seluruh dunia yang berkontribusi pada peningkatan besar produksi pertanian yang disebut Revolusi Hijau. Borlaug dianugerahi berbagai penghargaan atas karyanya, termasuk Hadiah Nobel Perdamaian, Presidential Medal of Freedom, dan Congressional Gold Medal, satu dari hanya tujuh orang yang menerima ketiga penghargaan tersebut.¹⁹⁰

Norman Borlaug memperoleh gelar B.S. di bidang kehutanan pada tahun 1937 dan gelar PhD di bidang patologi tanaman dan genetika dari Universitas Minnesota pada tahun 1942. Ia bergabung dengan CIMMYT di Meksiko, di

¹⁹⁰ Phillips, R. L. (2013). "Norman Ernest Borlaug. 25 March 1914 – 12 September 2009". *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*. 59: 59–72. doi:10.1098/rsbm.2013.0012. S2CID 75211546.

mana ia mengembangkan varietas gandum yang tahan penyakit dan berdaya hasil tinggi.¹⁹¹ Borlaug memainkan peran penting dalam memperkenalkan varietas dan teknik pertanian modern ke Meksiko, Pakistan, dan India selama pertengahan abad ke-20. Hal ini menyebabkan transformasi Meksiko menjadi eksportir gandum pada tahun 1963 dan peningkatan hasil gandum hampir dua kali lipat di Pakistan dan India antara tahun 1965 dan 1970, sehingga secara signifikan meningkatkan ketahanan pangan di negara-negara tersebut.¹⁹²

Norman Borlaug, sering disebut sebagai "*bapak Revolusi Hijau*", dikenal luas karena berhasil menyelamatkan lebih dari satu miliar orang di seluruh dunia dari kelaparan.¹⁹³ Perkiraan ini berasal dari artikel Gregg Easterbrook tahun 1997 yang berjudul "Forgotten Benefactor of Humanity", dan Dennis T. Avery juga mendukung angka ini. Josette Sheeran, mantan Direktur Eksekutif Program Pangan Dunia, menyuarakan sentimen ini pada tahun 2009, menyatakan bahwa Borlaug "menyelamatkan lebih banyak nyawa daripada manusia mana pun dalam sejarah manusia."¹⁹⁴

Upaya Borlaug membuatnya mendapatkan Hadiah Nobel Perdamaian tahun 1970 atas kontribusinya terhadap perdamaian dunia melalui peningkatan pasokan pangan.

Di kemudian hari, dia membantu menerapkan metode peningkatan produksi pangan di Asia dan Afrika. Dia juga

¹⁹¹ Swaminathan, M. S. (2009). "Obituary: Norman E. Borlaug (1914–2009) Plant scientist who transformed global food production". *Nature*. 461 (7266): 894. Bibcode:2009Natur.461..894S. doi:10.1038/461894a. ISSN 0028-0836. PMID 19829366. S2CID 36572472.

¹⁹² "Borlaug, father of 'Green Revolution', dead", *DAWN.com*. September 14, 2009. Retrieved May 27, 2015.

¹⁹³ Scott Kilman and Roger Thurow. "Father of 'Green Revolution' Dies". *The Wall Street Journal*. Retrieved June 5, 2013.

¹⁹⁴ "UN food agency mourns death of champion against hunger". *news.un.org*. September 13, 2009. Retrieved December 13, 2023.

seorang petarung berprestasi di perguruan tinggi dan pelopor gulat di Amerika Serikat, dilantik ke dalam National Wrestling Hall of Fame atas kontribusinya.¹⁹⁵

Hadiah Nobel

Pada tahun 1970, Norman Borlaug dianugerahi Hadiah Nobel Perdamaian atas kontribusinya yang signifikan dalam meningkatkan pasokan pangan dunia.¹⁹⁶ Pemberitahuan tentang penghargaannya datang secara tak terduga kepada istrinya di Mexico City pada pukul 04.00, saat Borlaug sendiri sudah bekerja di ladang uji coba di lembah Toluca. Awalnya skeptis, Borlaug akhirnya yakin akan keaslian hadiah tersebut. Dalam Kuliah Nobelnnya, Borlaug menekankan pentingnya pertanian dan produksi pangan dalam mengatasi kelaparan dan mendorong perdamaian di seluruh dunia. Ia mengakui keberhasilan sementara "revolusi hijau" dalam meningkatkan produksi pangan namun juga memperingatkan perlunya mengatasi pertumbuhan populasi untuk menjamin keberlanjutan jangka panjang.¹⁹⁷

Karya Ilmiah:

- a. *The Green Revolution, Peace, and Humanity*. 1970. Nobel Lecture, Norwegian Nobel Institute in Oslo, Norway. December 11, 1970.
- b. *Wheat in the Third World*. 1982. Authors: Haldore Hanson, Norman E. Borlaug, and R. Glenn Anderson. Boulder, Colorado: Westview Press. ISBN 0-86531-357-1
- c. *Land use, food, energy and recreation*. 1983. Aspen Institute for Humanistic Studies. ISBN 0-940222-07-8
- d. *Feeding a human population that increasingly crowds a fragile planet*. 1994. Mexico City. ISBN 968-6201-34-3

¹⁹⁵ "Dr. Norman Borlaug". *Iowa Wrestling Hall of Fame*. Retrieved December 12, 2023.

¹⁹⁶ Stuert, Mark (December 5, 2002). "Green Giant". *Dallas Observer*. Archived from the original on February 25, 2021.

¹⁹⁷ Borlaug, N. E. 1972. Nobel Lecture, December 11, 1970. From *Nobel Lectures, Peace 1951–1970*, Frederick W. Haberman Ed., Elsevier Publishing Company, Amsterdam

- e. *Norman Borlaug on World Hunger*. 1997. Edited by Anwar Dil. San Diego/Islamabad/Lahore: Bookservice International. 499 pages. ISBN 0-9640492-3-6
- f. *The Green Revolution Revisited and the Road Ahead*. 2000. Anniversary Nobel Lecture, Norwegian Nobel Institute in Oslo, Norway. September 8, 2000.
- g. "Ending World Hunger. The Promise of Biotechnology and the Threat of Antiscience Zealotry". 2000. *Plant Physiology*, October 2000, Vol. 124, pp. 487-90. (duplicate)
- h. *Feeding a World of 10 Billion People: The TVA/IFDC Legacy*. International Fertilizer Development Center, 2003. ISBN 0-88090-144-6
- i. *Prospects for world agriculture in the twenty-first century*. 2004. Norman E. Borlaug, Christopher R. Dowsell. Published in: *Sustainable agriculture and the international rice-wheat system*. ISBN 0-8247-5491-3
- j. Foreword to *The Frankenfood Myth: How Protest and Politics Threaten the Biotech Revolution*. 2004. Henry I. Miller, Gregory Conko. ISBN 0-275-97879-6
- k. Borlaug, Norman E. (June 27, 2007). "Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections". *Euphytica*. **157** (3): 287-97. doi:10.1007/s10681-007-9480-9. S2CID 2927707.

"You can't build a peaceful world on empty stomachs and human misery."

Norman Borlaug

—Anda tidak bisa membangun dunia yang damai dengan perut kosong dan kesengsaraan manusia.‖

Norman Borlaug

2. Albert Howard

Sir Albert Howard CIE (8 Desember 1873 – 20 Oktober 1947) adalah seorang ahli botani Inggris. Latar belakang akademisnya mungkin adalah botani. Saat bekerja di India dia umumnya dianggap sebagai ahli patologi; Hal ini

kemungkinan besar menjadi alasan pengamatannya yang konsisten terhadap manfaat penggunaan kompos dalam meningkatkan kesehatan (keseluruhan sistem). Howard adalah orang Barat pertama yang mendokumentasikan dan mempublikasikan teknik pertanian berkelanjutan di India. Setelah menghabiskan banyak waktu untuk belajar dari para petani India dan hama yang ada di tanah mereka, dia memanggil kedua orang tersebut sebagai profesornya. Dia adalah tokoh utama dalam gerakan organik awal. Dia dianggap oleh banyak orang di dunia berbahasa Inggris, bersama dengan Eve Balfour, salah satu pendukung utama teknik pertanian organik India kuno.¹⁹⁸

Albert Howard lahir di Kastil Uskup, Shropshire, putra dari Richard Howard, seorang petani, dan Ann Howard, née Kilvert. Dia menempuh pendidikan di Wrekin College dan Royal College of Science, South Kensington, sebelum menjadi Foundation Scholar di St. John's College, Cambridge. Pada tahun 1896, ia lulus dalam Ilmu Biologi di Cambridge dan memperoleh Diploma Fitopatologi pada tahun 1897.

Howard mengajar Ilmu Pertanian di Harrison College, Barbados, pada tahun 1899, dan menjadi Ahli Mikologi dan Dosen Pertanian di Departemen Pertanian Kekaisaran Hindia Barat pada tahun 1899 dan 1902. Dia kemudian menjadi Ahli Botani di Sekolah Tinggi Pertanian Tenggara dari 1903 hingga 1905, dan Ahli Botani Ekonomi Kekaisaran di Pemerintah India dari 1905 hingga 1924.

Pada tahun 1914, ia diangkat sebagai Pendamping Kekaisaran India (C.I.E.) dan menerima Medali Perak dari Royal Society of Arts pada tahun 1920. Dari tahun 1924 hingga 1931, Howard adalah Direktur Institut Industri Tanaman di Indore, dan dia juga menjadi Penasihat Pertanian ke negara bagian di India Tengah dan Rajputana. Dia

¹⁹⁸ Stinner, D.H. (2007), "The Science of Organic Farming", in William Lockeretz (ed.), *Organic Farming: An International History*, Oxfordshire, UK & Cambridge, Massachusetts: CAB International (CABI), pp. 40-72, ISBN 978-0-85199-833-6, retrieved 10 August 2010 ebook ISBN 978-1-84593-289-3

dianugerahi gelar kebangsawanan pada tahun 1934 dan menjadi Anggota Terhormat Imperial College of Science pada tahun 1935.¹⁹⁹

Howard bekerja di India sebagai penasihat²⁰⁰ pertanian dan melakukan penelitian pertanian di Indore. Dia berkolaborasi dengan Gabrielle Matthaei dan saudara perempuannya, Louise. Setelah kematian Gabrielle, Howard menikahi Louise. Howard mengamati dan mendukung praktik pertanian tradisional India, menekankan pentingnya kesehatan tanah dalam kesehatan populasi, ternak, dan tanaman.²⁰¹ Dia juga menjadi presiden sesi ke-13 Kongres Sains India pada tahun 1926.

Pertanian Organik

Howard mengembangkan sistem pengomposan tradisional India menjadi metode yang sekarang dikenal sebagai metode Indore. Dia mendokumentasikan lebih lanjut teknik pertanian organik India dan menyebarkannya melalui Soil Association di Inggris dan Rodale Institute di AS. Buku klasiknya, "An Agricultural Testament" yang terbit tahun 1940, menyoroti pentingnya menjaga humus, air dalam tanah, dan peran mikoriza. Karyanya yang diterbitkan tahun 1931, "The Waste Products of Agriculture", dianggap oleh beberapa orang sebagai publikasi ilmiahnya yang paling penting. Howard juga menganjurkan bertani seperti hutan dan mendukung penggabungan ekologi dengan pertanian. Ia dianggap sebagai salah satu nenek moyang gerakan pertanian organik Barat bersama dengan tokoh seperti Lady

¹⁹⁹ Howard, Louise E (1953), *Sir Albert Howard in India*, London: Faber & Faber, retrieved 10 August 2010 pdf version

²⁰⁰ Rebecca Jones, *Green Harvest: The History of Organic Farming and Gardening in Australia*, Collingwood, Victoria: Csiro Publishing, 2010, p. 3

²⁰¹ Vogt, G (2007), "The Origins of Organic Farming", in William Lockeretz (ed.), *Organic Farming: An International History*, Oxfordshire, UK & Cambridge, Massachusetts: CAB International (CABI), pp. 9-29, ISBN 978-0-85199-833-6, retrieved 10 August 2010 ebook ISBN 978-1-84593-289-3

Eve Balfour, J. I. Rodale, Rudolf Steiner, Sir Robert McCarrison, dan Richard St. Barbe Baker.

Karya ilmiah

Berikut ini adalah pilihan publikasi Albert Howard, termasuk karya-karyanya yang lebih terkenal, dan beberapa publikasi yang kurang dikenal. Gelar ksatrianya dianugerahkan pada tahun 1934, jadi dalam publikasi sebelumnya, dia tidak disebut sebagai "Tuan". Bahkan setelah itu, dia tidak selalu menyebut dirinya sebagai "Tuan", sesuai kontribusinya pada *Nature* pada tahun 1936, dan korespondensinya dengan *British Medical Journal* pada tahun 1939. Dalam daftar di bawah, sejauh yang diketahui, di daftar yang berasal dari Tahun 1945 dan seterusnya, ia disebut sebagai "Sir Albert Howard", oleh karena itu kepengarangannya tidak diduplikasi setelahnya. Lihat juga bagian Pranala Eksternal, di mana publikasi selanjutnya olehnya dapat dibaca secara online.

- a. Howard, Albert; Howard, Gabrielle L.C. (1907), "Note on Immune Wheats", *The Journal of Agricultural Science*, **2** (3): 278–280, doi:10.1017/S0021859600000575, S2CID 84326599
- b. Howard, Albert; Howard, Gabrielle L.C.; Khan, Abdur Rahman (1910), *The economic significance of natural cross-fertilization in India*, India Dept. of Agriculture. Memoirs. Botanical series, vol. III, (No.6) Calcutta: Thacker, Spink & Co.; London: W. Thacker & Co. (Published for the Imperial Department of Agriculture in India; Calcutta). Listing at Open Library
- c. Howard, Albert (February 1921), "The Influence of Soil Factors on Disease Resistance", *Annals of Applied Biology*, **7** (4): 373–389, doi:10.1111/j.1744-7348.1921.tb05525.x
- d. Howard, Albert (1 January 1925), "The Effect of Grass on Trees", *Proceedings of the Royal Society B*, **97** (683): 284–321, Bibcode:1925RSPSB..97..284H, doi:10.1098/rspb.1925.0003, JSTOR 81054
- e. Howard, Albert; Howard, Gabrielle L.C. (1929), "The Development of Indian Agriculture", *Nature, India of Today*, **VIII** (3053) (2nd ed.), London: Humphrey Milford and Oxford

- University Press: 698, Bibcode:1928Natur.121..698C, doi:10.1038/121698a0, S2CID 44552204, retrieved 9 August 2010
- f. Howard, Albert; Wad, Yeshwant D (1931), *The Waste Products of Agriculture: Their Utilization as Humus*, Oxford: Humphrey Milford & Oxford University Press, retrieved 9 August 2010^[a]
 - g. Howard, Albert (29 February 1936), "Manufacture of Humus by the Indore Process", *Nature*, **137** (3461): 363, Bibcode:1936Natur.137..363H, doi:10.1038/137363b0, S2CID 4097403
 - h. Greenwell, Bernard; Howard, Albert; Wrench, G.T. (February 1939), "Address to a Meeting of the Farmers' Club", *Journal of the Farmers' Club, Discussion held at the Royal Empire Society, Craven Street, W.C.2, on Monday 30 January 1939 (Part 1)*
 - i. Howard, Albert (27 May 1939), "Medical "Testament" on Nutrition (correspondence concerning the Cheshire Medical Testament on Nutrition)", *British Medical Journal*, **1** (4090): 1106, doi:10.1136/bmj.1.4090.1106, PMC 2209719 (Registration to view BMJ articles is free).
 - j. Howard, Albert (29 July 1939), "\"Medical Testament\" on Nutrition (correspondence)", *British Medical Journal*, **2** (4099): 251, doi:10.1136/bmj.2.4099.251, PMC 2209719
 - k. Howard, Albert (1943), "An Agricultural Testament" (PDF), *Nature*, **147** (3733), Oxford, UK: Oxford University Press: 590–591, Bibcode:1941Natur.147..590W, doi:10.1038/147590a0, S2CID 4100495, archived (PDF) from the original on 2 July 2010, retrieved 9 August 2010 pdf per Special Rodale Press Edition, 1976.
 - l. Howard, Albert; Howard, Louise E (1945), *Farming and Gardening for Health or Disease*, (Subsequently published as *The Soil and Health*), London: Faber and Faber Ltd, retrieved 10 August 2010
 - m. Howard, Albert (1945), "Introduction (Howard on earthworms)", *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observation on their Habits*, London: Faber and Faber, retrieved 9 August 2010 (Howard's

introduction to the 1945 publication of Charles Darwin's book, first published in 1881).

- n. "Harnessing the Earthworm", *Organic Gardening*, **10** (4), March 1947"Organic Campaign", *Organic Gardening*, **10** (5), April 1947
- o. "The Animal As Our Farming Partner", *Organic Gardening*, **11**(3), September 1947, retrieved 9 August 2010"How to Avoid a Famine of Quality", *Organic Gardening*, **11** (5), November 1947
- p. *The Soil and Health: A Study of Organic Agriculture*, University Press of Kentucky, 2006 [1947], ISBN 978-0-8131-9171-3, retrieved 9 August 2010 (Originally published by Faber & Faber in 1945 as *Farming and Gardening for Health or Disease*)

"The health of soil, plant, animal and man is one and indivisible."

Albert Howard

—Kesehatan tanah, tumbuhan, hewan dan manusia adalah satu dan tidak dapat dipisahkan.

Albert Howard

3. Justus Freiherr von Liebig

Justus Freiherr von Liebig (12 Mei 1803 – 18 April 1873) adalah ilmuwan Jerman yang memberikan kontribusi besar pada kimia pertanian, biologi, dan dianggap sebagai salah satu pendiri utama kimia organik.²⁰² Sebagai profesor di Universitas Giessen, ia memperkenalkan metode pengajaran modern berbasis laboratorium. Liebig dijuluki "bapak industri pupuk" karena penekanannya pada pentingnya

²⁰² Priesner, Claus (1985), "Liebig, Justus Freiherr von", *Neue Deutsche Biographie* (dalam bahasa Jerman), vol. 14, Berlin: Duncker & Humblot, hlm.497–501

nitrogen dan mineral dalam tanaman, serta popularisasi hukum minimum dalam pertumbuhan tanaman. Ia juga mengembangkan proses pembuatan ekstrak daging sapi, mendirikan perusahaan Liebig Extract of Meat Company, yang menghasilkan kaldu sapi kubus merek Oxo. Liebig juga dikenal atas penemuan kondensor Liebig untuk kondensasi uap.²⁰³

Justus Liebig lahir di Darmstadt pada awal Mei 1803 dari keluarga kelas menengah Johann Georg Liebig dan Maria Caroline Möser.²⁰⁴ Ayahnya adalah seorang pedagang pengering dan perangkat keras yang tertarik pada kimia. Pada usia 13 tahun, Liebig mengalami tahun tanpa musim panas akibat musim dingin vulkanik, pengalaman ini membentuk minatnya dalam inovasi pupuk dan pertanian. Liebig bersekolah di Ludwig-Georgs-Gymnasium di Darmstadt sebelum magang di sebuah apotek di Heppenheim. Dia kemudian belajar di Universitas Bonn dan Universitas Erlangen di bawah bimbingan Karl Wilhelm Gottlob Kastner. Pada bulan Maret 1822, Liebig meninggalkan Erlangen dan pergi ke Paris untuk studi lanjutan di laboratorium Joseph Louis Gay-Lussac, di mana dia memperoleh gelar doktornya pada tahun 1823.²⁰⁵

Liebig dan koleganya mencoba mendirikan lembaga farmasi dan manufaktur di universitas, namun Senat menolak gagasan tersebut karena dianggap tidak sesuai dengan tugas universitas. Mereka kemudian memutuskan untuk mendirikan lembaga tersebut sebagai perusahaan swasta, yang akhirnya menguntungkan Liebig karena ia dapat mengabaikan aturan universitas dan menerima mahasiswa secara lebih fleksibel. Institut Liebig dibuka pada

²⁰³ Rines, George Edwin, *penyunting*. (1920). "Liebig, Justus, Baron von" . *Ensiklopedia Americana* .

²⁰⁴ Brock, William H. (1997). *Justus von Liebig: penjaga gerbang kimia* (Edisi ke-1st). Cambridge, Inggris: Cambridge University Press. ISBN 9780521562249.

²⁰⁵ *ibid*

tahun 1826 dan menawarkan kelas kimia praktis serta prosedur laboratorium. Liebig, sebagai salah satu ahli kimia pertama yang mengatur laboratorium dalam bentuknya yang sekarang, melibatkan siswa dalam penelitian empiris dalam skala besar melalui kombinasi penelitian dan pengajaran. Laboratoriumnya menjadi terkenal sebagai institusi model untuk pengajaran kimia praktis dan memperoleh reputasi internasional.

Penghargaan

Liebig terpilih sebagai anggota Akademi Ilmu Pengetahuan Kerajaan Swedia pada tahun 1837. Dia juga menjadi anggota kelas satu Ordo Ludwig dan menerima penghargaan dari Raja Ludwig II pada tahun yang sama. Liebig bergabung sebagai anggota koresponden Institut Kerajaan Belanda pada tahun 1838, dan kemudian menjadi anggota asing ketika institut tersebut berganti nama menjadi Akademi Seni dan Sains Kerajaan Belanda pada tahun 1851. British Royal Society menganugerahinya Medali Copley pada tahun 1840 untuk kontribusinya dalam kimia organik. Pada tahun 1841, sebuah genus tanaman berbunga dari Malesia dinamai Liebigia sebagai penghormatan. Raja Ludwig II dari Bavaria memberinya gelar turun-temurun Freiherr von Liebig pada tahun 1845. Liebig menerima Légion d'honneur Prancis pada tahun 1850 dan Prussian Order of Merit for Science pada tahun 1851. Dia terpilih sebagai anggota American Philosophical Society pada tahun 1862, dan pada tahun 1869 dianugerahi Medali Albert oleh Royal Society of Arts atas kontribusinya pada pengembangan ekonomi pangan, ilmu kimia, dan manufaktur.²⁰⁶

²⁰⁶ "Catatan dan Berita Ilmiah" . Sains . 28 (708): 115. 24 Juli 1908. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.28.708.114.b> Diakses pada 12 November 2014

Medali kehormatan

Beberapa organisasi memberikan medali untuk menghormati Justus Freiherr von Liebig. Pada tahun 1871, Majelis Petani dan Rimbawan Jerman memberikan Medali Emas Liebig, yang pertama kali diberikan kepada Theodor Reuning. Selama beberapa tahun, Liebig Trust Fund memberikan Medali Liebig emas dan perak kepada ilmuwan Jerman yang berprestasi dalam ilmu pertanian, dengan medali perak juga dapat diberikan kepada ilmuwan dari negara lain. Beberapa penerima medali termasuk Sir John Lawes dan Joseph Henry Gilbert dari Inggris pada tahun 1893, Profesor Eugene Woldemar Hilgard dari Amerika Serikat pada tahun 1894, Profesor Friedrich Stohmann dari Jerman pada tahun 1896, Albert Schultz- Lupitz dari Jerman pada tahun 1899, dan Max Rubner dari Jerman pada tahun 1908. Pada tahun 1903, Asosiasi Ahli Kimia Jerman juga memberikan medali Liebig, yang pertama kali diberikan kepada Adolf von Baeyer pada tahun 1903 dan kepada Dr. Rudolf Knietsch pada tahun 1904. Penghargaan ini terus diberikan hingga saat ini. Pada Kongres CIEC Dunia ketiga di Heidelberg pada tahun 1957, "Medali Sprengel-Liebig" dianugerahkan kepada Dr. E. Feisst atas kontribusinya dalam kimia pertanian.²⁰⁷

—Chemistry, in its application to animals and vegetables.
Endeavours jointly with physiology to enlighten us
respecting the mysterious processes and sources of organic
life.

— Justus von Liebig

—Kimia dalam penerapannya pada hewan dan
tumbuhan. Berusaha bersama dengan fisiologi untuk
mencerahkan kita mengenai proses misterius dan sumber
kehidupan organik.

²⁰⁷ "Catatan dan Berita Ilmiah" . Sains . 28 (708): 115. 24 Juli 1908. doi : 10.1126/science.28.708.114-a . Diakses pada 12 November 2014

4. Liberty Hyde Bailey

Liberty Hyde Bailey (15 Maret 1858 – 25 Desember 1954) adalah seorang ahli hortikultura Amerika dan pembaharu kehidupan pedesaan. Dia adalah salah satu pendiri American Society for Horticultural Science. Sebagai seorang reformis yang energik selama Era Progresif, dia berperan penting dalam memulai layanan penyuluhan pertanian, gerakan 4-H, gerakan studi alam, pos parsel dan elektrifikasi pedesaan. Ia dianggap sebagai bapak sosiologi pedesaan dan jurnalisme pedesaan.²⁰⁸

Liberty Hyde Bailey lahir di South Haven, Michigan, dan tumbuh sebagai anak ketiga dari petani Liberty Hyde Bailey Sr. dan Sarah Harrison Bailey. Minatnya dalam botani dimulai oleh Lucy Millington, dan dia belajar di Michigan Agricultural College. Setelah menjadi asisten Asa Gray di Universitas Harvard, dia kembali ke MAC sebagai profesor hortikultura. Pada tahun 1888, dia mendirikan departemen hortikultura pertama di AS di Universitas Cornell. Bailey adalah anggota berbagai organisasi ilmiah dan editor *The Cyclopedia of American Agriculture*. Dia juga menciptakan istilah "cultivar" dan "cultigen" serta memberikan kontribusi besar dalam studi botani tanaman budidaya.²⁰⁹

Ideologi agraria

Liberty Hyde Bailey mewakili agrarianisme dengan pandangan yang diilhami oleh Thomas Jefferson. Dia mendukung pelestarian peradaban pedesaan Amerika dan keluarga sebagai unit koperasi alami. Bailey mengusulkan konsep "Masyarakat Bumi Suci" dalam bukunya *"The Holy Earth"* (1915), yang dikenal sebagai teks awal dalam teologi ekologi. Kontribusinya dalam mengarahkan gerakan agraria

²⁰⁸ Makers of American Botany, Harry Baker Humphrey, Ronald Press Company, Library of Congress Card Number 61-18435

²⁰⁹ Bailey, L.H. (1923). Various cultigens, and transfers in nomenclature. *Gentes Herb.* 1: pages 113-136

baru juga penting, walaupun ada kontradiksi dalam ide-idenya, termasuk ketegangan antara keinginan untuk melindungi pertanian keluarga dan kemajuan teknologi. Meskipun demikian, warisannya masih berpengaruh dalam agrarianisme Amerika modern.²¹⁰

Kajian Palm

Liberty Hyde Bailey memberikan kontribusi besar pada studi taksonomi palem setelah pensiun sebagai dekan di Universitas Cornell. Ketertarikannya pada tanaman ini berawal dari ketidakmampuannya menjawab pertanyaan istrinya tentang tanaman selama perjalanan ke Jamaika pada tahun 1910. Selama hampir tiga dekade, ia menemukan, mengumpulkan, dan menulis tentang palem, mengembangkan metode pengumpulan spesimen yang rinci. Bailey sering melakukan perjalanan untuk mencari palem, bahkan hingga usia 90-an, dan sering merayakan ulang tahunnya di luar negeri. Ketika dia mulai mempelajari palem, hanya sekitar 700 spesies yang teridentifikasi, tetapi pada tahun 1946 jumlahnya meningkat menjadi ribuan karena studi intensifnya. Tujuan utamanya adalah menghasilkan panduan resmi untuk semua palem, yang akhirnya diterbitkan dengan judul "Genera Palmarum" pada tahun 1987 oleh Drs. Natalie Uhl dan John Dransfield.²¹¹

Warisan

Bailey dianugerahi Veitch Memorial Medal dari Royal Horticultural Society pada tahun 1897. Liberty Hyde Bailey memberikan kontribusi besar pada studi taksonomi palem setelah pensiun sebagai dekan di Universitas Cornell. Ketertarikannya pada tanaman ini berawal dari menjawab

²¹⁰ Allan C Carlson: *The New Agrarian Mind* Chapter 1 "Toward a New Rural Civilization: Liberty Hyde Bailey"

²¹¹ Dransfield, John; Uhl, Natalie W.; Asmussen, Conny B.; Baker, William J.; Harley, Madeline; Lewis, Carl (2008). *Genera Palmarum: the evolution and classification of palms*. Richmond, Surrey, UK: Kew Pub. ISBN 9781842461822. OCLC 265983827.

pertanyaan istrinya tentang tanaman selama perjalanan ke Jamaika pada tahun 1910. Selama hampir tiga dekade, ia menemukan, mengumpulkan, dan menulis tentang palem, mengembangkan metode pengumpulan spesimen yang rinci. Bailey sering melakukan perjalanan untuk mencari palem, bahkan hingga usia 90-an, dan sering merayakan ulang tahunnya di luar negeri. Ketika dia mulai mempelajari palem, hanya sekitar 700 spesies yang teridentifikasi, tetapi pada tahun 1946 jumlahnya meningkat menjadi ribuan karena studi intensifnya. Tujuan utamanya adalah menghasilkan panduan resmi untuk semua palem, yang akhirnya diterbitkan dengan judul "Genera Palmarum" pada tahun 1987 oleh Drs. Natalie Uhl dan John Dransfield.²¹²

Karya ilmiah Buku buku:

- 1) Talks Afield About Plants and the Science of Plants (1885)
- 2) Field Notes on Apple Culture (1886)
- 3) The Survival of the Unlike (1896)
- 4) The Forcing-Book (1897)
- 5) The Principles of Fruit-Growing (1897)
- 6) The Nursery Book (1897)
- 7) Plant-Breeding (1897)
- 8) The Pruning Manual (1898)
- 9) Sketch of the Evolution of our Native Fruits (1898)^[31]
- 10) Principles of Agriculture (1898)
- 11) Bailey, L.H., ed. (1906) [1900]. *Cyclopedia of American Horticulture. Volume 1 A-D, Volume 2 E-M, Volume 3 N-Q, Volume 4 R-Z (5th ed.). New York: Macmillan.*
 - a) First Edition, 1900
 - b) subsequently "rewritten, enlarged and reset" in 1914 as:^[32]
 - c) Bailey, L.H., ed. (1919) [1914]. *The standard cyclopedia of horticulture; a discussion, for the amateur, and the professional and commercial grower, of the kinds, characteristics and methods of cultivation of the species of*

²¹² Banks, Harlan P. (1994). "Liberty Hyde Bailey 1858-1954. A biographical memoir" (PDF). Washington, D.C.: National Academy of Sciences. Retrieved 22 July 2015.

plants grown in the regions of the United States and Canada for ornament, for fancy, for fruit and for vegetables; with keys to the natural families and genera, descriptions of the horticultural capabilities of the states and provinces and dependent islands, and sketches of eminent horticulturists (6vols.) (3rd. ed.). New York: Macmillan.

(1) Second Edition, 1914, reprinted 1917

- 12) The Principles of Vegetable Gardening (1901)
- 13) The Nature-Study Idea (1903)
- 14) The Outlook to Nature (1905)
- 15) The State and the Farmer (1908)
- 16) The Training of Farmers (1909)
- 17) Animal biology; Human biology. Parts II & III of First course in biology with W.M. Coleman (1910)
- 18) Manual of Gardening (1910)
- 19) *Bailey, Liberty Hyde (1910). Cyclopedia of American agriculture. Volume 2 -- Crops.*
- 20) The Country Life Movement (1911)
- 21) The Practical Garden Book (1913)
- 22) The Holy Earth (1915)
- 23) Wind and Weather (Poetry) (1916)
- 24) Universal Service (1918)
- 25) What is Democracy? (1918)
- 26) The Seven Stars (1923)
- 27) The Harvest: Of the Year to the Tiller of the Soil (1927)
- 28) The Garden Lover (1928)
- 29) The Horticulturist's Rule-Book
- 30) Farm and garden Rule-Book
- 31) How plants get their names
- 32) Manual of Cultivated Plants. (1st ed. 1924, Revised ed. 1949) New York: Macmillan

Articles

- a. Bailey, L.H. - *Canna x generalis*. Hortus, 118 (1930); cf. Standley & Steyererm. in Fieldiana, Bot., xxiv. III.204 (1952).
- b. Bailey, L.H. - *Canna x orchiodes*. Gentes Herb. (Ithaca), 1 (3): 120 (1923).

—I do not yet know why plants come out of the land or float in streams, or creep on rocks or roll from the sea. I am entranced by the mystery of them, and absorbed by their variety and kinds. Everywhere they are visible yet everywhere occult.

Liberty Hyde Bailey

Saya belum tahu kenapa tumbuh-tumbuhan muncul daridaratatan atau mengapung di sungai, merambat di bebatuan, atau menggelinginding dari laut. Saya terpesona oleh misteri mereka, dan terserap oleh keragaman dan jenisnya. Di mana-mana mereka terlihat namun di mana-mana ada ilmu gaib.

Liberty Hyde Bailey

5. Sjarifuddin Baharsjah

Prof. Dr. Sjarifuddin Baharsjah, M.Sc. (16 Mei 1932 – 15 Januari 2021) adalah seorang tokoh pertanian Indonesia serta akademisi dari Institut Pertanian Bogor (IPB). Ia pernah menjabat sebagai Menteri Pertanian Indonesia dan Ketua Independen Food and Agriculture Organisation (FAO).

Sjarifuddin merupakan anak kedua dari Sutan Pangeran Baharsyah (ayah) dengan Siti Fatimatul Zahra (ibu). Kakak kandung dari psikolog Leila Chairani Budiman ini masih keturunan Sultan Bagagarsyah dari Pagaruyung, Sumatera Barat, karena ayah mereka adalah anak dari cucu raja Minangkabau tersebut.²¹³

Ia menikah pada tahun 1962 dengan seorang perempuan berdarah Sunda, Justika Baharsjah, yang kemudian juga jadi Menteri Pertanian Indonesia pada Kabinet Pembangunan VII dan Menteri Sosial Indonesia pada Kabinet Reformasi Pembangunan. Pernikahan mereka telah dikaruniai dua orang anak, yaitu Gita Khaerunisa Indahsari

²¹³ "Kisah Leila Ch. Budiman" ABC. Diakses 24-5-2014.

dan Rubiantini Indahsari (Antin), serta beberapa orang cucu, yaitu Wynonna, Ryann dan Nazmi (anak Gita) serta Diandra dan Lana (anak Antin).²¹⁴

Karir

Disamping sebagai Guru Besar Ilmu Ekonomi Pertanian di Institut Pertanian Bogor (IPB), Sjarifuddin juga pernah dipercaya sebagai Menteri Pertanian Indonesia, yaitu pada 1993–1998 dalam Kabinet Pembangunan VI dimasa pemerintahan Orde Baru. Sebelumnya, ia menjabat Menteri Muda Pertanian dari tahun 1988–1993 pada Kabinet Pembangunan V.²¹⁵ Ia kemudian menjadi Anggota MPR RI mewakili Partai Golongan Karya untuk daerah Sumatera Utara periode 1997-1999.²¹⁶

Di tingkat dunia, Prof. Sjarifuddin juga dipercaya oleh lembaga internasional sehingga sampai dua periode (1997–1999 dan 1999–2001) menjabat sebagai Ketua Independen Food and Agriculture Organization (FAO), suatu lembaga di bawah naungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) yang berkedudukan di Roma, Italia.²¹⁷

Penghargaan

Karena dedikasi dan kontribusinya pada bidang pembangunan pertanian dan pedesaan di Indonesia, Prof. Sjarifuddin Baharsjah menerima penghargaan bergengsi Dioscoro L. Umali Achievement Award atau disebut juga Umali Award dalam bidang pertanian dari SEARCA (Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and

²¹⁴ "9,5 Tahun Pacaran 40 Tahun Berumahtangga Bahagia" Diarsipkan 2014-02-02 di Wayback Machine. Majalah GEMARI. Diakses 8-5-2013.

²¹⁵ "Sjarifudin Baharsjah: tidak ada lagi politik pertanian" Antara, 17-9-2013. Diakses 24-5-2014.

²¹⁶ "Biodata Pejabat Menteri" Diarsipkan 2014-02-02 di Wayback Machine. Kepustakaan Presiden. Diakses 8-5-2013.

²¹⁷ "Independent Chairpersons of The Council" FAO. Diakses 24-5-2014.

Research in Agriculture), dalam acara yang dilangsungkan di New World Makati Hotel, Makati City, Manila, Filipina. Ia terpilih di antara sekian banyak kandidat, tokoh dan ilmuwan pertanian di Asia Tenggara, dan merupakan orang Indonesia pertama yang menerima penghargaan tersebut.²¹⁸

SEARCA adalah suatu lembaga yang didirikan pada tanggal 27 November 1966 oleh Dioscoro Luna Umali, seorang tokoh Filipina yang terkemuka dalam bidang pertanian, yang juga dijuluki sebagai Bapak Pengembangan Pertanian Filipina. Lembaga ini juga diberi mandat untuk memperkuat kapasitas kelembagaan dalam pembangunan pertanian dan pedesaan di Asia Tenggara.²¹⁹

—The political repositioning of agriculture is a strong foundation for nation building. "Farmer independence, entrepreneur participation, access to resources and improved statistics are the keys to sustainable agricultural progress."

Sarifuddin Baharsjah

Reposisi politik pertanian adalah pondasi kuat pembangunan bangsa. Kemandirian petani, partisipasi pengusaha, akses sumber daya, dan pembenahan statistik, kunci menuju kemajuan pertanian berkelanjutan."

Sarifuddin Baharsjah

²¹⁸ ^ "Guru Besar IPB Terima Umali Awards" *VIVA.co.id*, 16-1-2014. Diakses 24-5-2014.

²¹⁹ "Prof. Sjarifuddin Baharsjah mendapat Penghargaan Umali Awards" Diarsipkan 2014-01-27 di Wayback Machine. *PSE Litbang Deptan*, 16-1-2014. Diakses 19-1-2014.

Dalam pembahasan di Bab ini terkait Manajemen Tanah Berkelanjutan, Perawatan Tanah Berkelanjutan, dan Konservasi Tanah berkelanjutan, kita dapat membuat penelitian lebih lanjut tentang tema Sustainable Soil Treatment.

Saran Tema terkait penelitian misalnya:

- a. Analisis manajemen tanah berkelanjutan terhadap kecukupan pangan
- b. Dampak politik impor beras terhadap kesejahteraan petani
- c. Dampak penggunaan pupuk organik terhadap kesehatan tanah dll

Agricultural Quotes:

—No Farms, No Food!: A straightforward reminder that without farms, there would be no food to eat.

—Farmers: The Original Environmentalists!: Farmers are often the stewards of the land, and this slogan acknowledges their role in preserving the environment

"Artificial manures lead inevitably to artificial nutrition, artificial food, artificial animals and finally to artificial men and women."

Albert Howard

BAB 10

TEKNOLOGI HIJAU PERTANIAN

A. Kata “Hijau”

Istilah —hijau mempunyai penafsiran yang beragam dalam berbagai konteks. Meskipun kebingungan mungkin timbul dalam wacana politik mengenai inisiatif seperti New Green Deal, terdapat pertanyaan apakah konsensus dapat dicapai mengenai definisinya. Berdasarkan pakar naturalis dan pakar lingkungan hidup di industri, berikut adalah beberapa perspektif yang perlu direnungkan.²²⁰

²²⁰ This article was written for the ERA EHS Blog by John Bradburn. John is an ERA expert partner, developing and advising on ERA sustainability solutions. He is the former Global Waste Reduction Manager for General Motors and was dubbed GM’s MacGyver for his uncanny knack to devise unconventional uses for everyday waste.

His expertise as a sustainability champion is recognized at the international level. Co- authored by Sarah Sajedi – CEO and Mona Ibrahim environmentalist terbit di blog <https://www.era-environmental.com/blog/what-it-means-to-be-green#:~:text=Green%20means%20to%20continually%20improve,future%20needs%20of%20our%20world>.



Gambar 10.1 Logo tanaman hijau

1. Hijau Tidak Memiliki Batasan Politik

Ketika kita melihat lebih dalam makna hijau, kita akan memahami bahwa makna tersebut melampaui aspek dasar daur ulang dan perlindungan lingkungan. Hijau berarti terus-menerus memperbaiki cara penggunaan sumber daya yang berdampak pada pengurangan dampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan dan dilakukan tanpa mengorbankan kebutuhan dunia saat ini dan masa depan. Tidak ada struktur legislatif atau politik yang mempunyai domain atas lingkungan. Namun, pemerintah mempunyai peran dalam gerakan ini. Undang-undang lingkungan hidup yang mendasar, berdasarkan ilmu pengetahuan yang baik, penting untuk menciptakan landasan kinerja, namun undang-undang harus mengimbangi teknologi baru dan **tidak membatasi inovasi yang secara holistik lebih baik bagi dunia kita**. Ini adalah landasan pencegahan polusi, menyambut solusi inovatif terhadap tantangan kita dan dicapai dengan menggunakan bahan kimia ramah lingkungan dan desain untuk disiplin lingkungan. Melakukan hal ini akan mengurangi peraturan perundang-undangan yang berlebihan dan membatasi, terutama bila pendekatan ekosistem total atau konsep analisis siklus hidup untuk penyelesaian masalah digunakan.

2. Hijau baru ada merah putih dan biru

Lingkungan kita tidak hanya mencakup udara, tanah, dan air yang bersih. Hijau adalah gaya hidup yang peduli terhadap Negara, sumber daya alamnya, dan semua pihak yang berbagi. Seperti yang dikatakan teman saya, Chad Pregracke, —Hijau baru itu merah, putih dan biru. Masyarakat Amerika harus memandang hijau dengan cara yang patriotik, dengan komitmen yang kuat terhadap kemakmuran ekonomi dan pola pikir bahwa kita adalah bangsa yang bertanggung jawab, yang diberi tugas untuk menjaga semua yang telah diberikan Tuhan kepada kita. Tanggung jawab ini mencakup kepedulian satu sama lain dan komitmen kita untuk menunjukkan jalannya kepada orang lain.

3. Hijau adalah tentang keluarga

Landasan masyarakat kita dan apa yang membuat negara kita hebat. Keluarga adalah faktor terpenting dalam pola pikir ramah lingkungan. Saat keluarga berkebun bersama untuk menanam pangan, mereka merasakan hubungan antara tanah kita, makanan yang mereka makan, dan betapa pentingnya bumi yang sehat bagi semua orang. Jempol hijau mereka harus diberikan untuk menghormati udara yang bersirkulasi di dalam diri kita dan juga air yang menopang semua kehidupan. Ketahanan keluarga dan dunia adalah dua hal yang sama dan hanya akan terjadi bila masyarakat kita sehat. Kita perlu menyadari bahwa menghormati bumi dan seluruh bentuk kehidupan adalah fondasi komunitas yang aman dan cinta kasih terhadap semua orang adalah elemen terpenting dalam lingkungan hijau.

4. Konsumsi material harus dilakukan dengan mempertimbangkan masa lalu kita

Jika kita mempertimbangkan upaya luar biasa yang dilakukan generasi terbesar kita dalam mendaur ulang logam menjadi peralatan militer selama Perang Dunia II, hal ini seharusnya menjadi contoh bagi kita tentang betapa

pentingnya efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya. Taman kemenangan juga merupakan hal yang umum dan hijau pada masa itu, dan pembelajaran penting tersebut harus menjadi contoh untuk dijalani saat ini. Ketika kita mendaur ulang di rumah, hal ini juga dapat mencapai hal-hal besar dalam membangun nilai-nilai keluarga dalam berbagi sumber daya material dengan orang lain yang ditawarkan untuk penggunaan kedua dan ketiga, yang membantu menumbuhkan perekonomian, melalui pengembangan lapangan kerja. Istilah —made in America| bisa menjadi sinonim dengan daur ulang di Amerika jika kita mengikuti pola pikir ini. Kegiatan konservasi energi dapat membantu anggaran keluarga dan mengajarkan anak-anak bagaimana mereka dapat berkontribusi dalam menghemat biaya energi dan sekaligus menjadi ramah lingkungan.

5. Hijau adalah tentang pengelolaan komunitas

Berpartisipasi dalam kegiatan amal mengajarkan kita bahwa interaksi keluarga adalah hal yang mendefinisikan komunitas. Membantu orang lain yang kurang beruntung adalah sifat dasar manusia yang memperkuat kita dan komunitas kita. Individu yang sangat rentan terhadap tantangan ekonomi dan tantangan sosial lainnya memerlukan program ramah lingkungan untuk membantu mereka melewati masa-masa sulit. Contoh kemurahan hati ramah lingkungan berlimpah di masyarakat kita. Sumbangan amal berupa kelebihan pakaian, makanan, dan kesukarelaan adalah hal yang membuat masyarakat kita kuat. Kami benar-benar masyarakat pemberi yang luar biasa dan memberi itu ramah lingkungan.

6. Pemikiran ramah lingkungan dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi

Saat kami menggunakan sumber daya seperti energi, air, dan material, kami berusaha untuk hanya menggunakan apa yang benar- benar diperlukan untuk menyelesaikan tugas dan melakukannya untuk menghemat biaya. Dorongan menuju perbaikan berkelanjutan dalam cara kita

menggunakan sumber daya adalah pola pikir yang akan menghemat sumber daya untuk masa depan. Itulah salah satu alasan mengapa warna hijau masuk akal.

7. Hijau adalah tentang keberlanjutan ekonomi

Seiring berkembangnya dunia, perekonomian memainkan peran penting. Pekerjaan muncul berdasarkan praktik masa lalu dan mencakup teknologi baru untuk terus meningkatkan efisiensi kami. Ekonomi hijau mencakup pola pikir bahwa beragam portofolio solusi diperlukan untuk mengatasi tantangan yang kita hadapi saat ini dan di masa depan.

8. Hijau adalah untuk perusahaan wirausaha

Kita harus mempertimbangkan bagaimana jutaan ton material ditimbun setiap hari dan bagaimana material yang dibuang ini dapat menginspirasi wirausahawan untuk memanfaatkan kembali sumber daya tersebut guna mengembangkan usaha bisnis baru. Ketika kita menggunakan kembali, menggunakan kembali, mendaur ulang, dan mengembangkan teknologi untuk memproses bahan-bahan bekas, peluang tanpa batas bagi wirausahawan hanya dibatasi oleh imajinasi kita.

9. Mereka yang memiliki kekayaan finansial juga bisa menjadi ramah lingkungan

Melalui stimulus ekonomi, mereka membantu menggerakkan perekonomian kita, yang merupakan bagian penting dari upaya menjadi ramah lingkungan. Melalui tindakan amal mereka, pengembangan lapangan kerja dan mengingat mereka yang membutuhkan, itulah yang membuat mereka ramah lingkungan. Kemakmuran finansial memberikan peluang untuk membantu orang lain menjadi anggota masyarakat yang makmur sehingga mereka juga dapat melanjutkan siklus penting tersebut.

10. Korporasi dan dunia usaha memainkan peran penting dalam penghijauan

Ketika perusahaan mengembangkan nol limbah produksi untuk mencapai tujuan TPA, mereka meningkatkan efisiensi proses produksi, menyediakan produk sampingan bagi masyarakat setempat untuk dimanfaatkan secara lokal, dan beroperasi sebagai tetangga yang peduli. Perusahaan harus memimpin inisiatif keberlanjutan, menunjukkan kepada pihak lain bahwa menciptakan produk dan menjalankan fasilitas mereka dengan cara yang paling berkelanjutan merupakan hal yang masuk akal secara bisnis. Hal ini harus dilakukan bersamaan dengan penerapan pola pikir perbaikan berkelanjutan di berbagai bidang seperti pengolahan bahan lokal dan peningkatan infrastruktur sistem transportasi. Teknologi baru memainkan peran penting dalam penghijauan dan harus diterapkan dengan menggunakan prinsip-prinsip lingkungan yang baik. Kolaborasi antar pemangku kepentingan multi-sektor merupakan elemen kunci dalam memahami bagaimana menjadikan perusahaan yang baik menjadi besar. Selain itu, mendorong karyawan untuk menerapkan pembelajaran berkelanjutan dari pekerjaan ke rumah, keluarga, dan tetangga mereka akan membantu meningkatkan dampak keberlanjutan.

11. Hijau adalah tentang mencintai dan peduli terhadap semua yang ada di dunia kita

Menyadari bahwa manusia adalah pengelola semua bentuk kehidupan menakjubkan yang ada di dunia kita, penting bagi kita untuk menerapkan pembangunan berkelanjutan untuk memenuhi tuntutan saat ini, sambil tetap mempertimbangkan kebutuhan generasi di masa depan. Hijau berarti kita mengakui bahwa kita memainkan peran paling penting dalam kesehatan ekosistem dan hal ini dipertahankan melalui hubungan simbiosis antara seluruh populasi. Contoh sederhana namun penting adalah bagaimana keluarga dapat menikmati satwa liar dan juga

membantu mengelola populasi tersebut sebagai sumber makanan.

12. Akademisi mempunyai tanggung jawab dalam bidang hijau

Kita harus mengajarkan generasi muda kita bahwa lingkungan hijau itu penting. Jika mereka melakukan pembelajaran dengan pola pikir peduli terhadap semua orang dan bahwa semua pendapat penting, mereka akan menginspirasi siswa kita menuju masa depan yang berkelanjutan. Jangan memberi ceramah tanpa melibatkan pengalaman langsung. Berusahalah untuk memperkuat hubungan mereka dengan bumi kita dan orang-orang dari semua lapisan masyarakat. Mengalami dunia alami kita dan berbagai interaksi ekosistem lainnya akan diterima dengan rasa suka terhadap dunia kita dan betapa pentingnya setiap orang untuk membantu menjaganya tetap seperti itu.

13. Hijau adalah tentang Tuhan

Jika kita percaya bahwa Tuhan menciptakan langit dan bumi dan bahwa bumi memiliki sumber daya alam yang terbatas, mengapa kita hanya menggunakannya sekali saja dan membuangnya ke tempat pembuangan sampah? Bukankah kita harus memanfaatkan sumber daya yang telah diberikan Tuhan kepada kita dan menjaga agar sumber daya tersebut tetap dapat digunakan agar orang lain juga menerima karunia yang sama? Konsep ini merupakan elemen dasar untuk menjadi ramah lingkungan dan memiliki keyakinan.

14. Filsafat Hijau Saya

Harapan saya adalah suatu hari nanti, warna hijau tidak akan menimbulkan kebingungan mengenai maknanya. Ini akan dipahami secara holistik sebagai perjalanan filosofis, berkonsentrasi pada kehati-hatian dan rasa hormat terhadap kehidupan. Ini akan menjadi milik semua orang dan menjadi pola pikir alami, yang akan segera dipertimbangkan orang dalam tindakan sehari-hari mereka. Suatu hari nanti, hal ini

akan membantu kita memenuhi elemen dasar kebutuhan manusia dan pola pikir ini akan meluas ke semua orang yang hidup di dunia kita yang indah ini.

Namun dalam bab ini kita akan membicarakan istilah —Hijau dalam pertanian antara lain:

1. Revolusi Hijau (*Green Revolution*)
2. Pertanian Hijau (*Green Agriculture*)
3. Teknologi Hijau (*Green Technology*)

B. Revolusi Hijau

(*Green Revolution*)

Revolusi Hijau adalah sebutan tidak resmi yang dipakai untuk menggambarkan perubahan fundamental dalam penggunaan teknologi budidaya pertanian yang dimulai pada tahun 1950-an hingga 1980-an di banyak negara berkembang, terutama di Asia. Hasil yang nyata adalah tercapainya swasembada sejumlah bahan pangan di beberapa negara yang sebelumnya selalu kekurangan persediaan pangan (pokok), seperti India, Bangladesh, Tiongkok, Vietnam, Thailand, serta Indonesia, untuk menyebut beberapa negara. Norman Borlaug, penerima penghargaan Nobel Perdamaian 1970, adalah orang yang dipandang sebagai konseptor utama gerakan ini. Revolusi Hijau merupakan sebuah istilah yang digunakan untuk menyebut sebuah program peningkatan produksi pangan per hektar lahan yang dimulai pertama kali di Meksiko pada 1940-an.²²¹ Revolusi hijau diawali oleh Ford dan Rockefeller Foundation, yang mengembangkan gandum di Meksiko (1950) dan padi di Filipina (1960).²²² Selanjutnya bukan hanya beras dan gandum saja yang produksinya ditingkatkan dengan

²²¹ Hijauku. "Menulis Kembali Sejarah Revolusi Hijau". *Hijauku.com - Situs Hijau Indonesia (dalam bahasa Inggris)*. Diakses tanggal 2020-08-26.

²²² "Revolusi Hijau, Pengertian dan Dampaknya". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-10-29. Diakses tanggal 2011-11-07.

mekanisme revolusi hijau, melainkan juga sorgum, jagung, millet, ubi bayu, dan buncis.²²³

Teori Revolusi Hijau adalah sebuah konsep yang mengacu pada perubahan besar dalam pertanian yang dimulai pada pertengahan abad ke-20. Revolusi Hijau melibatkan penggunaan teknologi, seperti benih hibrida, pupuk kimia, dan pestisida untuk meningkatkan hasil pertanian. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan dan humanis asal Amerika Serikat, Norman Borlaug, yang dianugerahi Hadiah Nobel Perdamaian pada tahun 1970 atas kontribusinya dalam pengembangan varietas gandum yang tahan penyakit.

Ide di balik Revolusi Hijau adalah bahwa dengan menggunakan teknologi ini, pertanian dapat meningkatkan produktivitasnya secara dramatis, memungkinkan lebih banyak makanan diproduksi untuk memenuhi kebutuhan populasi yang terus berkembang. Dengan demikian, Revolusi Hijau dianggap telah berperan dalam mengatasi kelaparan dan memperbaiki ketahanan pangan di banyak negara, terutama di Asia dan Amerika Latin.

C. Revolusi Hijau Indonesia

Sebutan informal Revolusi Hijau adalah merujuk pada perubahan mendasar dalam penggunaan teknologi pertanian, terutama dalam produksi makanan di negara-negara berkembang, khususnya di Asia. Revolusi Hijau dimulai ketika banyak negara berkembang mengalami kesulitan dalam penyediaan bahan pangan. Hal ini mendorong Yayasan Ford²²⁴ dan Rockefeller²²⁵ untuk mengembangkan metode pertanian baru untuk gandum dan padi, menggunakan benih unggul, pupuk

²²³ "Green Revolution: Curse or Blessing" (PDF). IFPRI. **2002**: 4. 2002.

²²⁴ Albig, William. 1956. *Modern Public Opinion*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc,

²²⁵ Moris, R. J. (1977). The transferability of western management concepts and programs: An East African perspective. In: L. Stifel (Ed.), *Education and training for public sector management in developing countries*. New York: The Rockefeller Foundation 75.

kimia, pestisida, dan sistem irigasi yang efisien. Ini semua merupakan inovasi baru dalam budidaya tanaman pangan bagi petani tradisional. Tujuannya adalah meningkatkan produksi pangan dan meningkatkan kesejahteraan petani. Di Indonesia, konsep Revolusi Hijau kemudian dikenal sebagai Program Bimbingan Massal (Bimas).

Di Indonesia, Revolusi Hijau dimulai dengan kegiatan lapangan yang dilakukan oleh mahasiswa Institut Pertanian Bogor (IPB) dengan tujuan untuk mengenalkan konsep Panca Usaha Tani. Kegiatan ini dilakukan selama satu bulan sebelum musim tanam, dengan lebih difokuskan pada Demonstration Plot (Demplo) di Karawang pada tahun 1963-1964. Hasilnya menunjukkan peningkatan produksi rata-rata sebesar 74,72 kw/hektar padi basah dibandingkan dengan 31,98 kw/hektar padi pada lahan pertanian biasa. Berdasarkan hasil tersebut, mulai periode 1964-1965, pola Demplo ini diperluas melalui uji coba di berbagai provinsi.²²⁶ Sistem ini kemudian diadopsi oleh pemerintah sebagai upaya untuk meningkatkan produksi padi, yang kemudian dikenal dengan nama Program Bimbingan Massal (Bimas) (Bank Negara Indonesia, 1967: 153-154).²²⁷

Salah satu pelopor revolusi hijau di Indonesia adalah Presiden kedua Indonesia, yaitu Presiden Soeharto. Pada masa kepemimpinannya, program pertanian modern diterapkan secara massif untuk meningkatkan produksi pangan, terutama padi. Melalui kebijakan dan program-programnya, Soeharto mendorong penggunaan varietas unggul, penggunaan pupuk kimia, serta pengembangan infrastruktur irigasi yang memungkinkan pertanian lebih produktif.²²⁸ Program ini memainkan peran penting dalam transformasi Indonesia dari

²²⁶ Humas BRI, (1995). Seratus Tahun Bank Rakyat Indonesia 1895-1995. Jakarta: Kantor Pusat Bank Rakyat Indonesia

²²⁷ Bank Negara Indonesia Unit I, Laporan Tahun Pembukuan 1966/1967

²²⁸ Booth, Anne dan Peter McCawley, 1982, Ekonomi Orde Baru, Jakarta: PT Djaya Pirus

negara yang bergantung pada impor pangan menjadi salah satu produsen padi terbesar di dunia.

Konsep Revolusi Hijau yang di Indonesia dikenal sebagai gerakan Bimas (bimbingan masyarakat) adalah program nasional untuk meningkatkan produksi pangan, khususnya swasembada beras.²²⁹ Tujuan tersebut dilatarbelakangi mitos bahwa beras adalah komoditas strategis baik ditinjau dari segi ekonomi, politik dan sosial. Gerakan Bimas berintikan tiga komponen pokok, yaitu:

1. Penggunaan teknologi yang sering disebut Panca Usaha Tani,
2. Penerapan kebijakan harga sarana dan hasil reproduksi serta adanya dukungan kredit dan infrastruktur.

Gerakan ini berhasil menghantarkan Indonesia pada swasembada beras.

Beberapa kebijakan dan undang-undang yang mendukung implementasi Revolusi Hijau di Indonesia antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1967 tentang Pokok-Pokok Agraria, yang memberikan landasan hukum untuk pengelolaan sumber daya tanah bagi kepentingan pertanian dan pertanaman pangan.
2. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1967 tentang Peraturan Pokok-Pokok Agronomi, yang mengatur prinsip-prinsip agronomi dalam praktik pertanian, termasuk penggunaan pupuk dan pestisida.
3. Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1969 tentang Penyediaan Bahan Pupuk, yang mengatur produksi, distribusi, dan penggunaan pupuk dalam mendukung pertanian modern.
4. Peraturan Pemerintah Nomor 9 Tahun 1970 tentang Penyediaan dan Pemberian Benih, yang mengatur produksi, distribusi, dan penggunaan benih unggul untuk meningkatkan produktivitas pertanian.

²²⁹ "Revolusi Hijau, Diakses pada tanggal 7 November 2011". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2012-07-08. Diakses tanggal 2012-07-08.

5. Peraturan Pemerintah Nomor 1 Tahun 1978 tentang Pemanfaatan Tanah untuk Usaha Pertanian, yang mengatur tata cara penggunaan tanah untuk kegiatan pertanian guna meningkatkan hasil produksi.

Kebijakan-kebijakan ini memberikan landasan hukum dan kerangka kerja untuk implementasi Revolusi Hijau di Indonesia, termasuk penggunaan teknologi modern, pengelolaan sumber daya tanah dan air, serta regulasi terkait produksi dan distribusi input pertanian seperti pupuk dan benih.

Pada masa pemerintahan Orde Baru, Program Bimbingan Massal (Bimas) berkembang menjadi sebuah inisiatif penyuluhan massal yang bertujuan untuk meningkatkan produksi pertanian dengan metode intensifikasi, guna meningkatkan kesejahteraan petani (SK Menteri Pertanian No. 546/kpts/12/org/1969). Program ini merupakan upaya bersama dari berbagai instansi pemerintah, baik di dalam maupun di luar lingkungan Departemen Pertanian, menuju swadaya masyarakat tani melalui penerapan konsep Panca Usaha.²³⁰ Panca Usaha mencakup pengelolaan irigasi yang efisien, penggunaan benih unggul, pemanfaatan pupuk, pengendalian hama dan penyakit tanaman, serta penerapan teknik bercocok tanam yang tepat. Seluruh rangkaian ini dikenal sebagai Sapta Usaha.²³¹ Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Program Bimbingan Massal merupakan bagian dari modernisasi pertanian di Indonesia. Hal ini diperkuat dengan upaya untuk merangsang perkembangan industri pertanian, seperti pupuk, obat-obatan, peralatan pertanian, dan sebagainya.

²³⁰ Sangging, Made Puri Adnyani (1990). Peranan Koperasi Unit Desa (KUD) Sebagai Penyalur Kredit BIMAS di Kabupaten Gianyar. Denpasar: Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan.

²³¹ Tjiptopropanoto, P. (1977). "Beberapa Aspek Sosial Pembangunan Pertanian: Petani dan Pembangunan Pertanian." *Ekonomi Keuangan Indonesia*, Vol. 15 (3).

Dalam implementasinya, karena mayoritas petani di Indonesia adalah petani kecil dengan lahan terbatas dan modal yang minim, serta dianggap tidak memiliki kelayakan untuk mendapatkan dukungan dari lembaga keuangan²³², maka diperlukan bantuan kredit dari pemerintah. Selain itu, modernisasi pertanian memerlukan investasi yang signifikan bagi petani untuk memulai usaha pertanian mereka. Dana tersebut digunakan untuk membeli benih unggul, pupuk kimia, pestisida, dan untuk biaya perawatan tanaman. Semua ini membutuhkan sumber daya finansial yang besar, sebuah situasi yang berbeda dari sistem pertanian sebelumnya. Kredit yang diberikan digunakan oleh petani untuk membeli peralatan dan sarana produksi pertanian (Saprodi). Ini semua penting untuk menerapkan teknologi baru di bidang pertanian. Awalnya, kredit hanya diberikan kepada petani sebagai insentif untuk mengadopsi teknologi baru guna meningkatkan produksi padi. Namun, kemudian kredit juga diberikan untuk berbagai jenis tanaman palawija, termasuk jagung, kedelai, kacang tanah, padi gogo, sorgum, dan kacang hijau.²³³

Akibat perubahan signifikan dalam sistem pertanian pangan, dampaknya segera terlihat. Bahkan, Indonesia berhasil mencapai swasembada beras antara tahun 1984 hingga 1989. Modernisasi pertanian telah menyebabkan peningkatan rata-rata produksi padi per hektar di Indonesia dari tahun 1970 hingga 1985. Produktivitas lahan persawahan meningkat dari 26,01 kuintal per hektar pada tahun 1971 menjadi 39,42 kuintal per hektar pada tahun 1985. Dengan demikian, dalam periode lima belas tahun, produktivitas lahan persawahan meningkat sekitar 13,41 kuintal per hektar setiap tahunnya. Dengan kata lain, secara nasional, produksi padi meningkat sekitar 0,894 kuintal per hektar setiap tahunnya, yang disebabkan oleh

²³² Hartono, S. (1996). Kredit Pertanian Dalam Program Intensifikasi Padi Yogyakarta: Makalah dalam Seminar Bulanan Pusat Penelitian Pembangunan Pedesaan dan Kawasan pada 1 Februari 1996.

²³³ Bank Indonesia (2001). Sejarah Peranan Bank Indonesia Dalam Pengembangan Usaha Kecil. Jakarta: Biro Kredit Bank Indonesia.

modernisasi pertanian. Peningkatan produksi padi di Indonesia sebagai hasil dari modernisasi pertanian juga mendorong penggunaan pupuk kimia secara luas oleh petani. Jika pada tahun 1970 rata-rata penggunaan pupuk kimia hanya sekitar 101 kg per hektar, maka pada tahun berikutnya jumlahnya meningkat menjadi 343 kg per hektar. Ini membawa konsekuensi lebih luas, yaitu meningkatnya permintaan pupuk kimia di kalangan petani Indonesia. Sebagai tanggapannya, pemerintah mulai membangun industri petrokimia, termasuk produksi pupuk kimia secara besar-besaran. Akibatnya, produksi pupuk kimia di Indonesia meningkat drastis dari 103 ribu ton pada tahun 1970 menjadi 3,5 juta ton pada tahun 1985²³⁴

Hasil positif modernisasi pertanian dapat diketahui jika membandingkannya secara langsung dengan sistem budidaya tradisional. Bersama dengan Program Intensifikasi Massal (Inmas), hasil rata-rata lahan persawahan untuk setiap hektarnya selama periode tahun 1970-1977 adalah sekitar 60% lebih tinggi dibandingkan dengan lahan persawahan yang tidak mengikuti program intensifikasi. Dengan demikian, program intensifikasi pertanian yang merupakan kombinasi penggunaan penyuluhan terpadu, pemakaian bibit unggul, pupuk buatan, obat antihama, dan kredit bagi petani peserta untuk membeli semua Saprodi telah mampu meningkatkan hasil produksi padi. Jadi, kenaikan produksi padi di Indonesia merupakan hasil dari intensifikasi pertanian.

Revolusi Hijau di bawah kepemimpinan Presiden Soeharto memiliki dampak yang signifikan terhadap pertanian dan ekonomi Indonesia:²³⁵

- 1. Peningkatan Produksi Pangan:** Implementasi teknologi pertanian modern, seperti varietas unggul, pupuk kimia, dan irigasi, meningkatkan produktivitas pertanian, khususnya

²³⁴ Booth, A. (1988). *Agricultural Development in Indonesia*. Sydney: Allen & Unwin.

²³⁵ Ario, 2010, *Menuju Swasembada Pangan, Revolusi Hijau II : Introduksi manajemen dalam Pertanian*, RBI, Jakarta

dalam produksi padi. Hal ini membantu Indonesia mencapai swasembada pangan, terutama dalam beras.

2. **Peningkatan Pendapatan Petani:** Dengan meningkatnya hasil pertanian, petani cenderung mendapatkan pendapatan yang lebih tinggi, yang pada gilirannya meningkatkan kesejahteraan mereka dan mengurangi tingkat kemiskinan di pedesaan.
3. **Peningkatan Kedaulatan Pangan:** Revolusi Hijau mengurangi ketergantungan Indonesia pada impor pangan, terutama beras, dan meningkatkan kedaulatan pangan negara tersebut.
4. **Perubahan Struktur Sosial Ekonomi:** Program Revolusi Hijau juga menyebabkan perubahan dalam struktur sosial ekonomi di pedesaan. Ada peningkatan dalam mekanisasi pertanian dan konsolidasi lahan pertanian, yang pada beberapa kasus mengakibatkan penggusuran petani kecil.
5. **Dampak Lingkungan:** Meskipun meningkatkan produksi pangan, Revolusi Hijau juga meninggalkan dampak negatif terhadap lingkungan, termasuk degradasi tanah dan air akibat penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan.

Revolusi Hijau di bawah kepemimpinan Soeharto memiliki dampak yang kompleks, dengan peningkatan produksi pangan dan kesejahteraan petani, namun juga menimbulkan tantangan baru terkait lingkungan dan struktur sosial ekonomi di pedesaan.

Jaman Soeharto, Indonesia berhasil mencapai swasembada pangan, terutama dalam produksi beras, karena beberapa faktor utama:

1. Implementasi Revolusi Hijau: Kebijakan pertanian modern yang diperkenalkan pada era Soeharto, seperti penggunaan varietas unggul, pupuk kimia, dan teknologi irigasi, meningkatkan produktivitas pertanian secara signifikan. Hal ini membantu meningkatkan produksi pangan dan mencapai swasembada beras.

2. Peningkatan Infrastruktur Pertanian: Pemerintahan Soeharto menginvestasikan dalam pembangunan infrastruktur pertanian, termasuk sistem irigasi yang memadai dan jaringan transportasi yang mempermudah distribusi hasil pertanian dari pedesaan ke perkotaan.
3. Dukungan Pemerintah: Pemerintah memberikan dukungan finansial, teknis, dan kelembagaan kepada petani untuk menerapkan praktik pertanian modern. Program-program subsidi pupuk dan penyediaan benih unggul juga membantu meningkatkan produktivitas pertanian.
4. Stabilitas Politik dan Keamanan: Masa pemerintahan Soeharto ditandai dengan stabilitas politik dan keamanan yang relatif tinggi, yang menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan sektor pertanian.
5. Pengembangan Agribisnis: Pemerintah juga mengembangkan sektor agribisnis untuk meningkatkan nilai tambah hasil pertanian, memperluas pasar, dan menciptakan peluang ekonomi bagi masyarakat pedesaan.

Melalui kombinasi faktor-faktor tersebut, Indonesia berhasil mencapai swasembada pangan pada masa pemerintahan Soeharto, terutama dalam produksi beras, yang merupakan hasil utama pertanian negara tersebut.

Meskipun pada masa pemerintahan Soeharto Indonesia berhasil mencapai swasembada beras pada beberapa periode, tetapi terkadang impor beras tetap terjadi. Beberapa faktor yang menyebabkan impor beras pada masa itu antara lain:

1. Ketidakstabilan Produksi: Meskipun Indonesia mencapai swasembada beras dalam beberapa periode, fluktuasi produksi padi masih terjadi akibat faktor-faktor seperti perubahan iklim, wabah penyakit tanaman, atau masalah teknis dalam implementasi program pertanian.
2. Ketahanan Pangan: Meskipun Indonesia mungkin mencapai swasembada beras secara keseluruhan, terdapat juga upaya untuk memperkuat ketahanan pangan melalui diversifikasi pangan. Dalam konteks ini, terkadang impor beras dilakukan untuk menjaga ketersediaan pangan yang beragam.

3. Permintaan Tinggi: Pertumbuhan populasi dan urbanisasi juga meningkatkan permintaan akan beras di Indonesia. Terkadang, permintaan yang tinggi tersebut tidak sepenuhnya dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, sehingga memicu impor.
4. Ketidakseimbangan Regional: Produksi beras tidak selalu merata di seluruh wilayah Indonesia. Terkadang, wilayah-wilayah tertentu mengalami kekurangan pasokan beras, sementara wilayah lain memiliki surplus. Hal ini dapat menyebabkan impor beras dari wilayah yang lebih produktif.²³⁶

Meskipun impor beras terjadi pada beberapa periode di bawah pemerintahan Soeharto, upaya untuk mencapai swasembada pangan tetap menjadi fokus utama, dan Indonesia berhasil menjadi produsen beras terbesar di dunia pada beberapa saat.

D. Kritik Revolusi Hijau

Revolusi hijau mendapat kritik sejalan dengan meningkatnya kesadaran akan kelestarian lingkungan karena mengakibatkan kerusakan lingkungan yang parah. Oleh para pendukungnya, kerusakan dipandang bukan karena Revolusi Hijau karena eksces dalam penggunaan teknologi yang tidak memandang kaidah sudah ditentukan. Kritik lain yang muncul adalah bahwa Revolusi Hijau tidak dapat menjangkau seluruh strata negara berkembang karena ia tidak memberi dampak nyata di Afrika.²³⁷

²³⁶ Todaro, MP dan Smith, Stephen C, 2003. *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Jakarta : Erlangga.

²³⁷ Goran Djurfeldt 2005, hlm. 3: "this is because the scope of irrigation in sub-Saharan Africa is much below that in Asia, making rice much less of a dominant crop than in Asia"

Namun, ada juga kritik terhadap Revolusi Hijau. Beberapa kekhawatiran meliputi:

1. **Ketergantungan pada Input Eksternal:** Pertanian yang mengandalkan pupuk kimia dan pestisida dapat menjadi ketergantungan pada input luar yang mahal, yang dapat mengurangi kedaulatan pangan suatu negara.
2. **Dampak Lingkungan:** Penggunaan pupuk kimia dan pestisida dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air, serta kerusakan lingkungan lainnya. Selain itu, monokultur yang umum dalam Revolusi Hijau dapat mengurangi keanekaragaman hayati.²³⁸
3. **Kesenjangan Sosial:** Meskipun meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan, Revolusi Hijau juga bisa meningkatkan kesenjangan sosial antara petani yang mampu mengakses teknologi ini dan yang tidak mampu.
4. **Kesehatan Masyarakat:** Penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia, baik melalui residu yang tersisa di hasil pertanian maupun melalui pencemaran lingkungan.

Dengan demikian, meskipun Revolusi Hijau telah memberikan kontribusi signifikan terhadap ketersediaan pangan di banyak bagian dunia, penting untuk mempertimbangkan konsekuensi jangka panjangnya terhadap lingkungan, kesehatan, dan keberlanjutan sistem pertanian. Banyak ahli percaya bahwa pendekatan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan diperlukan untuk mengatasi tantangan pertanian global di masa depan.

E. Revolusi Hijau Berikutnya

Revolusi hijau memiliki dampak positif dan dampak negatif. Dari sisi positifnya, revolusi hijau ini mampu meningkatkan produksi pangan pokok seperti padi dan gandum. Kedua jenis bahan makanan ini hingga sekarang masih

²³⁸ Indra Tata, 2000 *Menggugat Revolusi Hijau*, Jakarta: Yayasan Kehati

masuk dua makanan pokok yang paling banyak dikonsumsi masyarakat dunia.²³⁹ Dengan melihat proyeksi pertumbuhan penduduk yang condong di kawasan Afrika, Asia Selatan, dan Asia Tenggara hingga tahun 2050, maka salah satu yang dikuatirkan oleh para pakar pertanian adalah apakah ke depan produksi padi dan gandum global akan mampu memenuhi kebutuhan manusia. Untuk itulah kemudian muncul gagasan tentang revolusi hijau berikutnya, yang berbeda dengan revolusi hijau sebelumnya.

Dalam revolusi hijau berikutnya atau revolusi hijau baru ini yang ditekankan adalah teknologi rekayasa genetika yang telah dikembangkan sejak tahun 1990-an. Ilmuwan saat ini telah mampu memanipulasi gen tanaman, sehingga lebih aman penyakit dan bisa hidup dengan jumlah air yang terbatas. Di Amerika, produk pertanian dengan menggunakan rekayasa genetika sudah umum, tapi keamanan produk ini masih dipertanyakan di Eropa.

F. Konsep dan Teori

Revolusi Hijau mengacu pada periode kemajuan teknologi dan peningkatan produktivitas pertanian yang signifikan yang terjadi terutama pada tahun 1960an dan 1970an. Hal ini ditandai dengan meluasnya adopsi varietas tanaman dengan hasil tinggi, bersamaan dengan penggunaan pupuk, pestisida, dan teknik irigasi. Revolusi Hijau sering kali dianggap berhasil meningkatkan produktivitas pertanian dan produksi pangan, khususnya di negara-negara berkembang, serta membantu mengentaskan kelaparan dan kemiskinan.

Berikut adalah konsep dan teori utama yang terkait dengan Revolusi Hijau:

- 1. Varietas Hasil Tinggi (HYVs):** Pengembangan dan penyebaran varietas tanaman dengan hasil tinggi, seperti gandum kerdil dan varietas padi, merupakan hal yang penting dalam Revolusi Hijau. Varietas ini dibiakkan untuk

²³⁹ "The Next Green Revolution". *National Geographic*. Diakses tanggal 2020-08-31.

menghasilkan hasil yang lebih tinggi per unit luas lahan dan agar lebih responsif terhadap pupuk dan irigasi.

2. **Inovasi Teknologi:** Revolusi Hijau didorong oleh inovasi teknologi dalam pemuliaan tanaman, agronomi, dan irigasi. Para ilmuwan mengembangkan varietas tanaman baru dengan sifat-sifat yang lebih baik, seperti ketahanan terhadap penyakit dan hasil yang lebih tinggi, melalui metode seperti hibridisasi dan seleksi. Selain itu, penerapan infrastruktur irigasi dan praktik pertanian mekanis berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas.
3. **Intensifikasi Input:** Revolusi Hijau mendorong penggunaan input secara intensif seperti pupuk, pestisida, dan air irigasi untuk memaksimalkan hasil panen. Pendekatan ini bertujuan untuk mengatasi kendala hasil yang terkait dengan kekurangan unsur hara, hama, dan kelangkaan air, sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas pertanian secara signifikan.
4. **Pertanian Berorientasi Pasar:** Revolusi Hijau mendorong pergeseran ke arah pertanian berorientasi pasar, dimana para petani menghasilkan surplus hasil panen untuk dijual dan bukan sekedar untuk memenuhi kebutuhan hidup. Peningkatan produktivitas memungkinkan petani memperoleh pendapatan lebih tinggi dan berpartisipasi lebih aktif dalam pasar pertanian komersial.
5. **Pembangunan Ekonomi:** Para pendukung Revolusi Hijau berpendapat bahwa peningkatan produktivitas pertanian akan merangsang pembangunan ekonomi dengan menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi, mengurangi kemiskinan di pedesaan, dan mendorong industrialisasi melalui peningkatan surplus pertanian dan investasi.
6. **Kritik dan Tantangan:** Meskipun Revolusi Hijau mencapai kemajuan luar biasa dalam produktivitas pertanian dan produksi pangan, Revolusi Hijau juga mendapat kritik karena dampaknya terhadap lingkungan dan sosial. Para pengkritik menyampaikan kekhawatiran mengenai penggunaan bahan kimia secara berlebihan yang

menyebabkan degradasi tanah, polusi air, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Selain itu, fokus Revolusi Hijau pada pertanian komersial skala besar meminggirkan petani kecil dan memperburuk ketimpangan pendapatan.

7. **Keberlanjutan:** Konsep pertanian berkelanjutan muncul sebagai respons terhadap tantangan lingkungan dan sosial yang terkait dengan Revolusi Hijau. Pertanian berkelanjutan berupaya menyeimbangkan kelangsungan ekonomi dengan pengelolaan lingkungan dan keadilan sosial, menekankan praktik-praktik yang mendorong kesehatan tanah, konservasi keanekaragaman hayati, dan ketahanan terhadap perubahan iklim.

Revolusi Hijau mewakili periode transformatif dalam sejarah pertanian, yang ditandai dengan adopsi cepat teknologi dan praktik baru yang secara signifikan meningkatkan produksi pangan dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan global. Namun warisannya juga menggarisbawahi pentingnya mengatasi permasalahan keberlanjutan lingkungan dan sosial dalam pembangunan pertanian.

G. Indikator

Revolusi Hijau sering kali diukur dan dinilai melalui berbagai indikator yang mencerminkan dampaknya terhadap produktivitas pertanian, ketahanan pangan, dan pembangunan sosial ekonomi. Beberapa indikator utama Revolusi Hijau meliputi:

1. **Peningkatan Hasil:** Salah satu indikator utama Revolusi Hijau adalah peningkatan hasil panen, khususnya tanaman pangan pokok seperti gandum, beras, dan jagung. Varietas unggul (HYV) yang dikembangkan selama periode ini berkontribusi terhadap peningkatan hasil yang signifikan, sehingga menghasilkan produktivitas per unit luas lahan yang lebih tinggi.
2. **Perluasan Daerah Irigasi:** Revolusi Hijau menyaksikan perluasan lahan pertanian beririgasi secara besar-besaran, yang difasilitasi oleh investasi pada infrastruktur irigasi

seperti bendungan, kanal, dan sumur tabung. Peningkatan irigasi memungkinkan pola tanam yang lebih intensif dan hasil yang lebih tinggi, terutama di daerah yang mengalami kelangkaan air.

3. **Adopsi Varietas Tanaman yang Ditingkatkan:** Meluasnya adopsi varietas tanaman dengan hasil tinggi yang dikembangkan selama Revolusi Hijau merupakan indikator utama dampak revolusi ini. Para petani yang beralih dari varietas tradisional ke varietas HYV mengalami peningkatan hasil, ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta responsif terhadap pupuk dan irigasi.
4. **Peningkatan Penggunaan Bahan Kimia:** Indikator lain dari Revolusi Hijau adalah peningkatan penggunaan bahan kimia seperti pupuk, pestisida, dan herbisida. Masukan-masukan ini memainkan peran penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman dengan mengatasi kekurangan unsur hara, mengendalikan hama dan penyakit, dan mengelola gulma.
5. **Pertumbuhan Produksi Pangan:** Revolusi Hijau menyebabkan peningkatan produksi pangan yang signifikan, khususnya tanaman pangan pokok seperti gandum, beras, dan jagung. Hasil panen yang lebih tinggi dan perluasan area budidaya berkontribusi terhadap ketersediaan pangan yang lebih besar, membantu mengatasi kelaparan dan kekurangan gizi di banyak daerah.
6. **Penurunan Harga Pangan:** Sebagai hasil dari peningkatan produksi pangan dan peningkatan produktivitas, Revolusi Hijau berkontribusi pada penurunan harga pangan, menjadikan pangan lebih terjangkau dan mudah diakses oleh konsumen. Hal ini mempunyai dampak yang signifikan terhadap ketahanan pangan dan pengentasan kemiskinan, khususnya di negara-negara berkembang.
7. **Pertumbuhan Pendapatan bagi Petani:** Petani yang mengadopsi teknologi Revolusi Hijau sering kali mengalami peningkatan pendapatan pertanian karena hasil panen yang lebih tinggi dan peningkatan akses pasar untuk surplus

produk. Meningkatnya pendapatan pertanian berkontribusi terhadap pembangunan pedesaan, pengentasan kemiskinan, dan pertumbuhan ekonomi di banyak daerah.

8. **Dampak Teknologi:** Revolusi Hijau merangsang inovasi dan transfer teknologi di luar bidang pertanian, sehingga mengarah pada pembangunan sosio-ekonomi yang lebih luas. Kemajuan dalam penelitian pertanian, mekanisasi, dan infrastruktur mempunyai dampak yang meluas pada sektor-sektor lain, sehingga berkontribusi terhadap modernisasi ekonomi dan industrialisasi secara keseluruhan.
9. **Dampak Lingkungan:** Walaupun tidak selalu dianggap sebagai indikator positif, dampak lingkungan dari Revolusi Hijau merupakan aspek yang penting untuk dinilai. Hal ini mencakup perubahan pola penggunaan lahan, konsumsi air, kesehatan tanah, keanekaragaman hayati, dan tingkat polusi yang terkait dengan peningkatan intensifikasi pertanian dan masukan bahan kimia.
10. **Keadilan dan Inklusi Sosial Ekonomi:** Menilai dampak distribusi Revolusi Hijau sangat penting untuk memahami implikasinya terhadap kesetaraan dan inklusi sosial ekonomi. Penting untuk mempertimbangkan apakah peningkatan produktivitas dan manfaat ekonomi dibagi secara adil di antara berbagai kelompok petani, termasuk petani kecil, perempuan, dan komunitas marginal.

Indikator-indikator ini memberikan wawasan mengenai dampak transformatif Revolusi Hijau terhadap produktivitas pertanian, ketahanan pangan, dan pembangunan sosio-ekonomi. Namun, penting untuk mempertimbangkan pencapaian dan tantangannya, termasuk dampak lingkungan dan sosial, ketika mengevaluasi keseluruhan warisannya.

H. Prinsip

Revolusi Hijau adalah periode transformatif dalam sejarah pertanian yang ditandai dengan penerapan varietas tanaman unggul, teknologi pertanian modern, dan praktik pertanian intensif. Meskipun tidak ada daftar pasti mengenai

prinsip-prinsip yang terkait dengan Revolusi Hijau, ada beberapa konsep dan pendekatan utama yang penting bagi keberhasilannya:

1. **Varietas Tanaman dengan Hasil Tinggi:** Pengembangan dan penyebaran varietas tanaman dengan hasil tinggi, khususnya tanaman pangan pokok seperti gandum, beras, dan jagung, merupakan hal mendasar dalam Revolusi Hijau. Varietas ini dibiakkan untuk menghasilkan hasil per unit luas lahan yang jauh lebih tinggi dibandingkan varietas tradisional.
2. **Penggunaan Input Secara Intensif:** Revolusi Hijau mendorong penggunaan input secara intensif seperti pupuk, pestisida, dan air irigasi untuk memaksimalkan hasil panen. Pendekatan ini bertujuan untuk mengatasi kendala hasil yang terkait dengan kekurangan unsur hara, hama, dan kelangkaan air, sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas pertanian secara signifikan.
3. **Inovasi Teknologi:** Revolusi Hijau didorong oleh inovasi teknologi dalam pemuliaan tanaman, agronomi, dan mekanisasi. Para ilmuwan mengembangkan varietas tanaman baru dengan sifat-sifat yang lebih baik, seperti ketahanan terhadap penyakit dan hasil yang lebih tinggi, melalui metode seperti hibridisasi dan seleksi. Selain itu, penerapan praktik pertanian mekanis, infrastruktur irigasi, dan mesin pertanian modern berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas.
4. **Pertanian Berorientasi Pasar:** Revolusi Hijau mendorong pergeseran ke arah pertanian berorientasi pasar, dimana para petani menghasilkan surplus hasil panen untuk dijual dan bukan sekedar untuk memenuhi kebutuhan hidup. Peningkatan produktivitas memungkinkan petani memperoleh pendapatan lebih tinggi dan berpartisipasi lebih aktif dalam pasar pertanian komersial.
5. **Perluasan Irigasi:** Revolusi Hijau menyaksikan perluasan lahan pertanian beririgasi secara besar-besaran, yang difasilitasi oleh investasi pada infrastruktur irigasi seperti bendungan, kanal, dan sumur tabung. Peningkatan irigasi

memungkinkan pola tanam yang lebih intensif dan hasil yang lebih tinggi, terutama di daerah yang mengalami kelangkaan air.

6. **Transfer Pengetahuan dan Layanan Penyuluhan:** Keberhasilan implementasi Revolusi Hijau bergantung pada transfer pengetahuan dan layanan penyuluhan yang efektif untuk mendidik petani tentang teknologi baru dan praktik terbaik. Para penyuluh memberikan pelatihan, bantuan teknis, dan dukungan untuk membantu petani mengadopsi metode pertanian modern dan meningkatkan produktivitas.
7. **Kemitraan Pemerintah-Swasta:** Kolaborasi antara lembaga penelitian publik, perusahaan sektor swasta, dan lembaga pemerintah memainkan peran penting dalam mendorong inovasi dan menyebarkan teknologi Revolusi Hijau. Kemitraan pemerintah-swasta memfasilitasi penelitian dan pengembangan, transfer teknologi, dan komersialisasi varietas dan input tanaman yang lebih baik.
8. **Fokus pada Ketahanan Pangan dan Pengentasan Kemiskinan:** Revolusi Hijau bertujuan untuk meningkatkan produksi pangan dan meningkatkan ketahanan pangan, khususnya di negara-negara berkembang yang menghadapi kekurangan pangan dan malnutrisi. Dengan meningkatkan produktivitas pertanian, Revolusi Hijau membantu mengurangi kelaparan, mengurangi kemiskinan, dan meningkatkan penghidupan jutaan orang.
9. **Adaptasi terhadap Kondisi Lokal:** Meskipun Revolusi Hijau memperkenalkan teknologi dan praktik terstandarisasi, implementasi yang berhasil sering kali memerlukan adaptasi terhadap kondisi agroekologi lokal, preferensi petani, dan konteks sosio-ekonomi. Menyesuaikan teknologi dan layanan penyuluhan dengan kebutuhan dan kendala lokal merupakan hal yang penting untuk memaksimalkan dampak Revolusi Hijau.
10. **Penelitian dan Inovasi Berkelanjutan:** Revolusi Hijau menekankan pentingnya penelitian, inovasi, dan adaptasi berkelanjutan untuk mengatasi tantangan dan peluang yang

muncul di bidang pertanian. Investasi berkelanjutan dalam penelitian dan pengembangan pertanian sangat penting untuk mempertahankan peningkatan produktivitas dan memastikan kelangsungan sistem pertanian dalam jangka panjang.

Prinsip-prinsip ini memandu pelaksanaan Revolusi Hijau dan berkontribusi terhadap keberhasilannya dalam meningkatkan produktivitas pertanian, meningkatkan ketahanan pangan, dan mendorong pembangunan ekonomi di banyak belahan dunia. Namun, penting untuk mengakui pencapaian dan keterbatasan Revolusi Hijau, termasuk dampak lingkungan dan sosialnya, ketika mempertimbangkan warisannya secara keseluruhan.

Berikut tabel yang menguraikan indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait Revolusi Hijau:

Tabel 10.1 tabel indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait Revolusi Hijau

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
High-Yielding Crop Varieties Varietas Tanaman dengan Hasil Tinggi	Inovasi teknologi	Adopsi Varietas Unggul	Pengembangan dan diseminasi varietas tanaman yang dibiakkan untuk menghasilkan hasil yang jauh lebih tinggi per unit luas lahan, mengatasi kendala hasil.
Increased Agricultural Yield	Praktik Pertanian Intensif	Penggunaan Input Secara Intensif	Mempromosikan penggunaan pupuk, pestisida, dan irigasi
Peningkatan Hasil Pertanian			secara intensif untuk memaksimalkan hasil panen, yang mengarah pada peningkatan

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
			produktivitas pertanian.
Expansion of Irrigated Area Perluasan Daerah Irigasi	Optimasi Sumber Daya	Perluasan Infrastruktur Irigasi	Investasi pada infrastruktur irigasi, seperti bendungan dan kanal, untuk memperluas akses terhadap air untuk keperluan pertanian, sehingga memungkinkan penanaman lebih intensif.
Adoption of Modern Technology Adopsi Teknologi Modern	Inovasi teknologi	Adopsi Teknologi	Adopsi teknologi pertanian modern, termasuk praktik pertanian mekanis, sistem irigasi, dan peningkatan varietas tanaman.
Economic Growth Pertumbuhan ekonomi	Pertanian Berorientasi Pasar, Pembangunan Ekonomi	Pertanian Berorientasi Pasar	Peralihan ke arah pertanian yang berorientasi pasar, dimana para petani menghasilkan surplus tanaman untuk dijual dan bukan sekedar untuk memenuhi kebutuhan hidup, sehingga merangsang pertumbuhan ekonomi.
Food Security Ketahanan pangan	Teori Ketahanan Pangan,	Fokus pada Ketahanan Pangan dan	Meningkatkan produksi pangan dan meningkatkan ketahanan pangan,

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
	Pengentasan Kemiskinan	Pengentasan Kemiskinan	khususnya di negara-negara berkembang yang menghadapi kekurangan pangan dan malnutrisi.
Environmental Impact Dampak lingkungan	Kelestarian Lingkungan, Pengelolaan Sumber Daya	Praktik Pertanian Berkelanjutan	Mempertimbangkan dampak lingkungan dari praktik pertanian, mendorong keberlanjutan melalui praktik yang melestarikan sumber daya dan mengurangi polusi.
Social Equity Keadilan Sosial	Teori Keadilan Sosial	Keadilan Sosial	Mengatasi permasalahan keadilan sosial dengan
			memastikan bahwa manfaat pembangunan pertanian, seperti peningkatan pendapatan, dibagikan secara adil kepada semua orang.
Technological Transfer Transfer Teknologi	Transfer Pengetahuan, Difusi Inovasi	Layanan Transfer Pengetahuan dan Penyuluhan	Mentransfer pengetahuan dan teknologi pertanian kepada petani melalui layanan penyuluhan, pelatihan, dan program bantuan teknis.

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
Resilience to Climate Change Ketahanan terhadap Perubahan Iklim	Adaptasi Perubahan Iklim, Teori Ketahanan	Pertanian Cerdas Iklim	Mengembangkan sistem pertanian yang tahan terhadap perubahan iklim, termasuk praktik yang menghemat air, meningkatkan kesehatan tanah, dan mendiversifikasi tanaman.

Tabel ini memberikan gambaran terstruktur mengenai berbagai aspek terkait Revolusi Hijau, termasuk indikator, teori yang mendasari, prinsip panduan, dan penjelasannya.

I. Pertanian Hijau

(Green Agriculture)

Pertanian hijau, juga dikenal sebagai pertanian berkelanjutan atau pertanian ramah lingkungan,²⁴⁰ mengacu pada praktik dan teknik yang bertujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan sekaligus mempertahankan atau meningkatkan produktivitas dan profitabilitas. Ini melibatkan metode seperti pertanian organik, pengolahan tanah konservasi, rotasi tanaman, pengelolaan hama terpadu, dan penggunaan sumber daya dan sumber energi terbarukan. Pertanian hijau berfokus pada menjaga kesehatan tanah, mengurangi penggunaan air, meminimalkan bahan kimia, meningkatkan keanekaragaman hayati, dan mengurangi emisi gas rumah kaca, sehingga mendorong keberlanjutan produksi pangan dalam jangka panjang.

Pertanian berkelanjutan adalah pertanian dengan cara yang berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan tekstil masyarakat saat ini, tanpa mengorbankan kemampuan

²⁴⁰ "What is sustainable agriculture | Agricultural Sustainability Institute". asi.ucdavis.edu. 11 December 2018. Retrieved 2019-01-20.

generasi sekarang atau masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Hal ini dapat didasarkan pada pemahaman tentang jasa ekosistem. Ada banyak metode untuk meningkatkan keberlanjutan pertanian. Ketika mengembangkan pertanian dalam sistem pangan berkelanjutan, penting untuk mengembangkan proses bisnis dan praktik pertanian yang fleksibel.²⁴¹ Pertanian mempunyai dampak lingkungan yang sangat besar, memainkan peran penting dalam menyebabkan perubahan iklim (sistem pangan bertanggung jawab atas sepertiga emisi gas rumah kaca antropogenik), kelangkaan air, polusi air, degradasi lahan, penggundulan hutan dan proses lainnya. ;²⁴² hal ini secara bersamaan menyebabkan perubahan lingkungan dan terkena dampak dari perubahan tersebut.²⁴³ Pertanian berkelanjutan terdiri dari metode pertanian ramah lingkungan yang memungkinkan produksi tanaman atau ternak tanpa merusak sistem manusia atau alam. Hal ini mencakup pencegahan dampak buruk terhadap tanah, air, keanekaragaman hayati, sumber daya di sekitar atau di hilir – serta terhadap mereka yang bekerja atau tinggal di pertanian atau di daerah sekitarnya. Elemen pertanian berkelanjutan dapat mencakup permakultur, wanatani, pertanian campuran, tanam ganda, dan rotasi tanaman.²⁴⁴

²⁴¹ "Introduction to Sustainable Agriculture". Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2016. Retrieved 10 October 2019

²⁴² Brown, L. R. (2012). *World on the Edge*. Earth Policy Institute. Norton. ISBN 978-1- 136-54075-2

²⁴³ Rockström, Johan; Williams, John; Daily, Gretchen; Noble, Andrew; Matthews, Nathaniel; Gordon, Line; Wetterstrand, Hanna; DeClerck, Fabrice; Shah, Mihir (2016- 05-13). "Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability". *Ambio*. **46** (1): 4–17. doi:10.1007/s13280-016-0793-6. PMC 5226894.PMID 27405653.

²⁴⁴ Ben Falk, *The resilient farm and homestead: An innovative permaculture and whole systems design approach*. Chelsea Green, 2013. pp. 61–78.

1. Definisi

Istilah "pertanian berkelanjutan (sustainable agriculture)" didefinisikan pada tahun 1977 oleh USDA sebagai sistem terpadu praktik produksi tanaman dan hewan yang memiliki penerapan spesifik lokasi yang, dalam jangka panjang, akan:²⁴⁵

- a. Memenuhi kebutuhan pangan dan serat manusia
- b. Meningkatkan kualitas lingkungan dan sumber daya alam yang menjadi sandaran perekonomian pertanian
- c. Memanfaatkan sumber daya tak terbarukan dan sumber daya pertanian seefisien mungkin dan mengintegrasikan, jika perlu, siklus dan pengendalian biologis alami
- d. Mempertahankan kelangsungan ekonomi operasi pertanian
- e. Meningkatkan kualitas hidup petani dan masyarakat secara keseluruhan.

Namun gagasan untuk memiliki hubungan yang berkelanjutan dengan tanah telah lazim di kalangan masyarakat adat selama berabad-abad sebelum istilah tersebut secara resmi ditambahkan ke dalam leksikon.²⁴⁶

Konsensus umum adalah bahwa pertanian berkelanjutan adalah cara paling realistis untuk memberi makan populasi yang terus bertambah. Agar berhasil memberi makan penduduk dunia, praktik pertanian harus mempertimbangkan dampak di masa depan – baik terhadap lingkungan maupun masyarakat yang dihasilkannya.²⁴⁷

²⁴⁵ "National Agricultural Research, Extension, and Teaching Policy Act of 1977" (PDF). US Department of Agriculture. 13 November 2002.  This article incorporates text from this source, which is in the public domain.

²⁴⁶ Pilgeram, Rynne (February 2013). "The Political and Economic Consequences of Defining Sustainable Agriculture in the US". *Sociology Compass*. 7 (2): 123–134. doi:10.1111/soc4.12015. ISSN 1751-9020.

²⁴⁷ Ehrlich, Paul R., et al. "Food Security, Population and Environment." *Population and Development Review*, vol. 19, no. 1, 1993, pp. 27. JSTOR, www.jstor.org/stable/2938383. Accessed 19 March 2021.

Ketakutan tidak mampu menyediakan sumber daya yang cukup bagi semua orang menyebabkan penerapan teknologi dalam bidang keberlanjutan untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Hasil akhir ideal dari kemajuan ini adalah kemampuan untuk memberi makan populasi yang terus bertambah di seluruh dunia. Meningkatnya popularitas pertanian berkelanjutan berkaitan dengan ketakutan yang meluas bahwa daya dukung bumi (atau batas-batas planet), dalam hal kemampuan memberi makan umat manusia, telah tercapai atau bahkan terlampaui.²⁴⁸

Prinsip-prinsip pertanian hijau berakar pada praktik pertanian tradisional yang sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu, di mana masyarakat mengandalkan metode berkelanjutan untuk mengelola lahan dan sumber daya mereka. Namun, konsep modern pertanian hijau muncul pada akhir abad ke-20 sebagai respons terhadap kekhawatiran mengenai dampak lingkungan dan sosial dari praktik pertanian industri konvensional. Gerakan pertanian hijau mendapatkan momentumnya pada tahun 1980an dan 1990an dengan bangkitnya pertanian organik, agroekologi, dan gerakan pertanian berkelanjutan lainnya. Sejak itu, pertanian terus berkembang seiring dengan penelitian yang berkelanjutan, kemajuan teknologi, dan meningkatnya kesadaran akan perlunya praktik pertanian ramah lingkungan.

Ada beberapa prinsip utama yang terkait dengan keberlanjutan di bidang pertanian²⁴⁹

²⁴⁸ Singh, R., Upadhyay, S., Srivastava, P., Raghubanshi, A. S., & Singh, P. (2017). Human Overpopulation and Food Security: Challenges for the Agriculture Sustainability.

²⁴⁹ Pretty, Jules N. (March 2008). "Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. **363** (1491): 447–465. doi:10.1098/rstb.2007.2163. ISSN 0962-8436.PMC 2610163. PMID 17652074.

- a. Penggabungan proses biologi dan ekologi seperti siklus unsur hara, regenerasi tanah, dan fiksasi nitrogen ke dalam praktik pertanian dan produksi pangan.
- b. Mengurangi penggunaan bahan-bahan yang tidak terbarukan dan tidak berkelanjutan, terutama bahan-bahan yang membahayakan lingkungan.
- c. Memanfaatkan keahlian para petani untuk menggarap lahan secara produktif dan juga untuk meningkatkan kemandirian dan swasembada para petani.
- d. Menyelesaikan permasalahan pertanian dan sumber daya alam melalui kerjasama dan kolaborasi orang-orang dengan keterampilan berbeda. Permasalahan yang ditangani meliputi pengendalian hama dan irigasi.

Pendekatan ini "mempertimbangkan ekonomi jangka panjang dan jangka pendek karena keberlanjutan dapat didefinisikan sebagai selamanya, yaitu lingkungan pertanian yang dirancang untuk mendorong regenerasi tanpa akhir".²⁵⁰ Hal ini menyeimbangkan kebutuhan akan konservasi sumber daya dengan kebutuhan petani dalam mencari penghidupan mereka.²⁵¹

Hal ini dianggap sebagai ekologi rekonsiliasi, yang mengakomodasi keanekaragaman hayati dalam lanskap manusia.²⁵²

Seringkali penerapan praktik berkelanjutan dalam pertanian dilakukan melalui penerapan teknologi dan teknologi tepat guna yang berfokus pada lingkungan.

²⁵⁰ Stenholm, Charles; Waggoner, Daniel (February 1990). "Low-input, sustainable agriculture: Myth or method?". *Journal of Soil and Water Conservation*. **45** (1): 14. Retrieved 3 March 2016.

²⁵¹ Tomich, Tom (2016). *Sustainable Agriculture Research and Education Program* (PDF). Davis, California: University of California. Archived from the original (PDF) on 2017-03-09. Retrieved 2019-10-26.

²⁵² Chrispeels, M. J.; Sadava, D. E. (1994). *Farming Systems: Development, Productivity, and Sustainability*. Jones and Bartlett. pp. 25–57. ISBN 978-0867208719

Pertanian hijau, atau pertanian berkelanjutan, telah berkembang selama beberapa dekade, dan akarnya dimulai pada pertengahan abad ke-20. Namun, hal ini mendapatkan momentum yang signifikan pada tahun 1980an dan 1990an seiring dengan meningkatnya kekhawatiran terhadap dampak lingkungan dan sosial dari praktik pertanian konvensional. Pada masa ini, berbagai gerakan yang mempromosikan pertanian berkelanjutan, seperti pertanian organik, agroekologi, dan permakultur, semakin menonjol. Sejak saat itu, pertanian hijau terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, penelitian, dan kesadaran akan perlunya praktik pertanian ramah lingkungan.

2. Konsep dan Teori

Pertanian hijau, juga dikenal sebagai pertanian berkelanjutan, dipandu oleh beberapa konsep dan teori utama yang bertujuan untuk mempromosikan praktik pertanian yang ramah lingkungan dan bertanggung jawab secara sosial. Beberapa konsep dan teori tersebut antara lain:

- a. **Agroekologi:** Agroekologi adalah pendekatan holistik pertanian yang menekankan interaksi ekologis antara tanaman, tanah, air, hewan, dan manusia. Hal ini bertujuan untuk meniru ekosistem alami untuk meningkatkan keanekaragaman hayati, meningkatkan kesuburan tanah, dan meminimalkan penggunaan masukan eksternal seperti pupuk sintetis dan pestisida.
- b. **Pertanian organik:** Pertanian organik menghindari penggunaan bahan kimia sintetis dan organisme hasil rekayasa genetika (GMO) dan menekankan praktik seperti rotasi tanaman, pengomposan, dan pengendalian hama biologis untuk menjaga kesehatan dan kesuburan tanah.
- c. **Pengelolaan hama terpadu (PHT):** PHT adalah strategi yang menggabungkan metode biologis, budaya, fisik, dan kimia untuk mengendalikan hama sekaligus meminimalkan kerugian terhadap manusia, organisme

bermanfaat, dan lingkungan. Hal ini berfokus pada pencegahan, pemantauan, dan intervensi yang ditargetkan untuk mengelola populasi hama secara efektif.

- d. **Rotasi dan diversifikasi tanaman:** Rotasi tanaman melibatkan pergantian jenis tanaman yang ditanam di lahan tertentu dari waktu ke waktu untuk meningkatkan kesehatan tanah, mengurangi tekanan hama dan penyakit, dan meningkatkan ketahanan pertanian secara keseluruhan. Diversifikasi mencakup menanam berbagai tanaman dan memasukkan ternak untuk meningkatkan produktivitas dan meminimalkan risiko.
- e. **Pengolahan tanah konservasi:** Teknik pengolahan tanah konservasi, seperti tanpa pengolahan tanah atau pengurangan pengolahan tanah, meminimalkan gangguan tanah dan erosi dengan meninggalkan sisa tanaman di permukaan tanah. Hal ini membantu memperbaiki struktur tanah, mempertahankan kelembapan, dan menyerap karbon, sehingga menghasilkan kesehatan tanah yang lebih baik dalam jangka panjang.
- f. **Konservasi dan pengelolaan air:** Praktik pertanian berkelanjutan bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi penggunaan air melalui teknik seperti irigasi tetes, pemanenan air hujan, dan pemantauan kelembaban tanah. Metode-metode ini membantu melestarikan sumber daya air dan mengurangi dampak irigasi terhadap lingkungan.
- g. **Keterlibatan masyarakat dan pemangku kepentingan:** Pertanian berkelanjutan melibatkan kolaborasi dan komunikasi antara petani, konsumen, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan lainnya untuk mendorong transparansi, kesetaraan, dan tanggung jawab sosial dalam sistem pangan.

Konsep dan teori ini membentuk landasan pertanian hijau, yang memandu petani dan pembuat kebijakan menuju praktik yang memprioritaskan pengelolaan lingkungan, kelayakan ekonomi, dan keadilan sosial dalam produksi dan distribusi pangan.

3. Indikator dan Prinsip dalam Pertanian Hijau

Pertanian hijau mencakup berbagai praktik yang bertujuan meminimalkan dampak lingkungan, mendorong keberlanjutan, dan melestarikan sumber daya alam. Beberapa indikator pertanian hijau antara lain:

- a. Pertanian organik:** Menghindari pestisida dan pupuk sintetis, fokus pada rotasi tanaman, dan meningkatkan keanekaragaman hayati.

Prinsip pertanian organik didasarkan pada praktik pertanian berkelanjutan yang memprioritaskan kesehatan tanah, keanekaragaman hayati, dan keseimbangan ekologi sambil meminimalkan masukan sintetis dan dampak lingkungan. Prinsip utamanya meliputi:

- 1) Kesehatan tanah:** Pertanian organik menekankan pentingnya memelihara kesehatan tanah melalui praktik seperti rotasi tanaman, pengomposan, dan pengolahan tanah minimal. Tanah yang sehat mendukung pertumbuhan tanaman, mempertahankan kelembapan, dan menyerap karbon.
- 2) Keanekaragaman Hayati:** Petani organik berupaya meningkatkan keanekaragaman hayati dengan membudidayakan beragam tanaman, melestarikan habitat alami, dan menghindari monokultur. Ekosistem yang beragam meningkatkan ketahanan terhadap hama, penyakit, dan tekanan lingkungan.
- 3) Keseimbangan ekologi:** Pertanian organik berupaya menjaga keseimbangan ekologi dengan mengintegrasikan proses alami dan meminimalkan masukan eksternal. Hal ini termasuk penggunaan serangga bermanfaat untuk pengendalian hama,

merotasi tanaman untuk mencegah penipisan tanah, dan melestarikan sumber daya air.

- 4) **Penghindaran input sintetis:** Pertanian organik melarang penggunaan pestisida, herbisida, dan pupuk sintetis. Sebaliknya, petani bergantung pada alternatif organik seperti kompos, tanaman penutup tanah, dan predator alami untuk mengendalikan hama dan memperkaya kesuburan tanah.
- 5) **Kesejahteraan hewan:** Dalam produksi ternak organik, hewan dipelihara dalam kondisi yang mendukung perilaku dan kesejahteraan alamnya. Hal ini termasuk akses terhadap padang rumput di luar ruangan, pakan organik, dan perlakuan yang manusiawi.
- 6) **Keberlanjutan:** Praktik pertanian organik bertujuan untuk berkelanjutan dalam jangka panjang, melestarikan sumber daya alam dan meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Hal ini melibatkan praktik-praktik seperti konservasi air, efisiensi energi, dan pengurangan limbah.

Dengan berpegang pada prinsip-prinsip ini, petani organik berupaya menghasilkan makanan yang sehat dan bergizi sekaligus melindungi lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan hewan dan masyarakat.

- b. **Konservasi air:** Sistem irigasi yang efisien, pengumpulan air hujan, dan pengelolaan kelembaban tanah untuk mengurangi penggunaan air. Konservasi air sangat penting untuk melestarikan sumber daya air tawar dan memastikan akses terhadap air bersih bagi manusia, pertanian, dan ekosistem. Berikut beberapa cara untuk mempromosikan konservasi air:
 - 1) **Perbaiki Kebocoran:** Perbaiki keran, toilet, dan pipa yang bocor untuk mencegah pemborosan air. Bahkan kebocoran kecil pun dapat menyebabkan hilangnya air dalam jumlah besar seiring berjalannya waktu.

- 2) **Pasang Perlengkapan Hemat Air:** Pasang perlengkapan hemat air seperti toilet beraliran rendah, pancuran, dan keran untuk mengurangi konsumsi air tanpa mengorbankan kinerja.
- 3) **Tingkatkan Peralatan:** Tingkatkan ke peralatan hemat energi seperti mesin pencuci piring dan mesin cuci yang menggunakan lebih sedikit air per siklus. Carilah peralatan dengan label Energy Star, yang menunjukkan bahwa peralatan tersebut memenuhi standar tinggi dalam hal efisiensi air dan energi.
- 4) **Lanskap Cerdas Air:** Pilih tanaman yang tahan kekeringan, spesies asli, dan teknik lanskap dengan air rendah untuk mengurangi penggunaan air di luar ruangan. Gunakan mulsa untuk mempertahankan kelembapan tanah dan meminimalkan penguapan, dan pertimbangkan untuk memasang tong atau tangki air hujan untuk menampung air hujan untuk irigasi.
- 5) **Irigasi yang Efisien:** Gunakan sistem irigasi seperti irigasi tetes atau selang air untuk mengalirkan air langsung ke akar tanaman dengan penguapan minimal. Siram tanaman pada pagi atau sore hari untuk mengurangi kehilangan air akibat penguapan.
- 6) **Mulsa:** Aplikasikan mulsa pada bedengan taman, di sekitar pepohonan, dan pada lanskap untuk mempertahankan kelembapan tanah, menekan gulma, dan mengurangi kebutuhan akan penyiraman. Mulsa organik seperti serpihan kayu, jerami, atau kompos juga meningkatkan kesehatan tanah seiring waktu.
- 7) **Menangkap dan Menggunakan Kembali Air:** Tangkap air hujan dari atap dan permukaan lainnya dengan tong atau tangki air hujan dan gunakan untuk irigasi luar ruangan atau keperluan non-minum. Pertimbangkan sistem daur ulang greywater untuk menggunakan kembali air dari bak cuci, pancuran, dan cucian untuk irigasi lanskap.

- 8) **Mendidik dan Meningkatkan Kesadaran:** Mendidik diri sendiri dan orang lain tentang pentingnya konservasi air dan tindakan sederhana yang dapat dilakukan individu untuk mengurangi konsumsi air. Mempromosikan praktik penghematan air di sekolah, tempat kerja, dan masyarakat untuk menumbuhkan budaya konservasi.
- 9) **Pantau Penggunaan Air:** Lacak penggunaan air dan identifikasi peluang perbaikan menggunakan meter air atau sistem pemantauan air pintar. Tetapkan tujuan untuk mengurangi konsumsi air dan terapkan strategi untuk mencapainya.
- 10) **Kebijakan dan Regulasi:** Mengadvokasi dan mendukung kebijakan, peraturan, dan insentif yang mendorong konservasi air di tingkat lokal, regional, dan nasional. Mendorong praktik hemat air di bidang pertanian, industri, dan sistem pasokan air kota.

Dengan menerapkan strategi ini, individu, komunitas, dan dunia usaha dapat berkontribusi terhadap upaya konservasi air dan membantu memastikan pengelolaan air berkelanjutan untuk generasi sekarang dan masa depan.

- c. **Kesehatan tanah:** Praktik-praktik seperti pengolahan tanah minimal, penanaman penutup tanah, dan pembuatan kompos untuk meningkatkan kesuburan dan struktur tanah sekaligus mengurangi erosi.

Meningkatkan kesehatan tanah melibatkan penerapan praktik yang meningkatkan kesuburan, struktur, dan ketahanan tanah. Berikut beberapa langkah penting untuk meningkatkan kesehatan tanah:

- 1) **Kurangi Pengolahan Tanah:** Minimalkan atau hindari pengolahan tanah yang berlebihan, karena dapat mengganggu struktur tanah, menyebabkan erosi, dan menurunkan kandungan bahan organik. Pengurangan pengolahan tanah seperti tanpa pengolahan tanah atau

pengolahan tanah konservasi membantu melestarikan struktur tanah dan aktivitas mikroba.

- 2) **Rotasi Tanaman:** Rotasi tanaman secara teratur untuk mendiversifikasi sistem perakaran, memutus siklus hama dan penyakit, dan mengisi kembali unsur hara tanah. Rotasi tanaman yang terencana dengan baik dapat memperbaiki struktur dan kesuburan tanah sekaligus mengurangi kebutuhan masukan bahan kimia.
- 3) **Tanaman Penutup:** Menanam tanaman penutup tanah selama masa bera untuk melindungi tanah dari erosi, menekan gulma, dan menambah bahan organik. Tanaman penutup tanah juga memperbaiki struktur tanah, siklus unsur hara, dan retensi air.
- 4) **Penambahan Bahan Organik:** Meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah dengan memasukkan kompos, pupuk kandang, sisa tanaman, dan pupuk hijau. Bahan organik memperbaiki struktur tanah, menyediakan nutrisi bagi tanaman, dan meningkatkan aktivitas mikroba.
- 5) **Hindari Masukan Bahan Kimia:** Minimalkan penggunaan pupuk sintetis, pestisida, dan herbisida, karena dapat membahayakan organisme tanah yang menguntungkan dan menurunkan kesehatan tanah seiring berjalannya waktu. Sebaliknya, fokuslah pada alternatif organik dan praktik pengelolaan hama terpadu.
- 6) **Pengujian dan Pemantauan Tanah:** Uji pH tanah, tingkat nutrisi, dan aktivitas mikroba secara teratur untuk menilai kesehatan tanah dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan. Sesuaikan praktik pengelolaan berdasarkan hasil uji tanah untuk mengoptimalkan kesuburan dan produktivitas.
- 7) **Mengelola Kelembaban Tanah:** Menerapkan praktik-praktik untuk menjaga kelembaban tanah, seperti pemberian mulsa, pertanian kontur, dan metode

irigasi yang efisien. Tingkat kelembapan yang konsisten meningkatkan aktivitas mikroba, pertumbuhan akar, dan penyerapan nutrisi.

- 8) **Mempromosikan Keanekaragaman Hayati:** Mendorong keanekaragaman hayati di atas dan di bawah tanah dengan mendukung beragam spesies tanaman, serangga bermanfaat, dan mikroba tanah. Ekosistem yang beragam meningkatkan siklus unsur hara, pengendalian hama, dan ketahanan tanah secara keseluruhan.
- 9) **Kurangi Pemadatan:** Minimalkan pemadatan tanah dengan menghindari alat berat di tanah basah dan menggunakan pola lalu lintas yang terkendali. Pemadatan menghambat pertumbuhan akar, infiltrasi air, dan pertukaran udara, sehingga berdampak negatif terhadap kesehatan tanah.
- 10) **Pembelajaran dan Adaptasi Berkelanjutan:** Tetap mendapat informasi tentang prinsip-prinsip kesehatan tanah dan praktik-praktik baru melalui pendidikan, penelitian, dan kolaborasi sejawat. Sesuaikan strategi pengelolaan dengan kondisi tanah, iklim, dan sistem tanam setempat untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Dengan menerapkan praktik-praktik ini, petani dan tukang kebun dapat meningkatkan kesehatan tanah, meningkatkan produktivitas tanaman, dan berkontribusi terhadap keberlanjutan dan ketahanan sistem pertanian dalam jangka panjang.

- d. **Efisiensi energi:** Menggunakan sumber energi terbarukan, mengoptimalkan mesin dan peralatan, dan mengurangi konsumsi energi dalam operasi pertanian.

Efisiensi energi dalam pertanian hijau sangat penting untuk praktik pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Berikut adalah beberapa prinsip utama:

- 1) **Integrasi Energi Terbarukan:** Memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa untuk menggerakkan operasi pertanian. Penerapan panel surya, turbin angin, dan reaktor biogas dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi tak terbarukan secara signifikan.
- 2) **Peralatan Hemat Energi:** Berinvestasi pada mesin dan peralatan pertanian hemat energi. Traktor modern, sistem irigasi, dan peralatan pengolahan yang dirancang dengan fitur hemat energi dapat menurunkan konsumsi energi selama aktivitas pertanian.
- 3) **Irigasi yang Dioptimalkan:** Menerapkan teknik irigasi yang hemat air seperti irigasi tetes atau sistem irigasi presisi. Hal ini mengurangi pemborosan air dan energi yang dibutuhkan untuk memompa air, sehingga menghasilkan penghematan energi secara keseluruhan.
- 4) **Rotasi dan Diversifikasi Tanaman:** Praktikkan rotasi dan diversifikasi tanaman untuk meningkatkan kesehatan tanah dan mengurangi kebutuhan akan input yang boros energi seperti pupuk dan pestisida. Sistem tanam yang beragam juga meningkatkan ketahanan ekosistem dan mengurangi energi yang diperlukan untuk pengelolaan hama dan penyakit.
- 5) **Pengolahan Konservasi:** Mengadopsi praktik pengolahan tanah konservasi seperti tanpa pengolahan tanah atau pengurangan pengolahan tanah. Metode-metode ini membantu melestarikan struktur tanah, mengurangi erosi, dan meminimalkan konsumsi bahan bakar yang terkait dengan operasi pengolahan tanah.
- 6) **Bangunan Hemat Energi:** Membangun bangunan dan infrastruktur pertanian hemat energi. Insulasi yang tepat, pencahayaan hemat energi, dan sistem ventilasi dapat secara signifikan mengurangi konsumsi energi

di fasilitas penyimpanan, rumah kaca, dan kandang ternak.

- 7) **Produksi Energi di Ladang:** Jelajahi pilihan produksi energi di lahan seperti penguraian anaerobik untuk produksi biogas atau instalasi pembangkit listrik tenaga angin atau surya skala kecil. Menghasilkan energi di lokasi dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi eksternal dan menurunkan biaya energi secara keseluruhan.
- 8) **Pengendalian Hama Terpadu (IPM):** Menerapkan strategi PHT untuk meminimalkan penggunaan pestisida dan herbisida kimia. Metode pengendalian hayati, rotasi tanaman, dan manipulasi habitat dapat mengurangi energi yang dibutuhkan untuk penggunaan pestisida dan berkontribusi pada sistem pertanian yang lebih berkelanjutan.
- 9) **Transportasi Hemat Energi:** Mengoptimalkan logistik transportasi untuk meminimalkan konsumsi energi dan emisi yang terkait dengan pergerakan barang ke dan dari peternakan. Gunakan kendaraan hemat bahan bakar, praktikkan optimalisasi rute, dan pertimbangkan moda transportasi alternatif seperti kereta api atau jalur air jika memungkinkan.
- 10) **Pemantauan dan Peningkatan Berkelanjutan:** Pantau penggunaan energi secara teratur di berbagai operasi pertanian dan terapkan langkah-langkah perbaikan berkelanjutan. Memanfaatkan audit energi, tolok ukur kinerja, dan kemajuan teknologi untuk mengidentifikasi peluang peningkatan efisiensi energi lebih lanjut.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini ke dalam praktik pertanian, petani dapat mengurangi konsumsi energi, menurunkan biaya operasional, dan berkontribusi pada sistem produksi pangan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

- e. **Pelestarian keanekaragaman hayati:** Mempertahankan pagar tanaman, zona penyangga, dan habitat satwa liar di dalam lanskap pertanian untuk mendukung keanekaragaman ekosistem.

Melestarikan keanekaragaman hayati sangat penting untuk menjaga kesehatan, ketahanan, dan manfaat ekosistem bagi manusia. Berikut beberapa cara untuk melestarikan keanekaragaman hayati:

- 1) **Konservasi Habitat:** Melindungi dan memulihkan habitat alami seperti hutan, lahan basah, padang rumput, dan terumbu karang. Melestarikan ekosistem yang utuh menyediakan habitat penting bagi berbagai spesies tumbuhan dan hewan.
- 2) **Kawasan Lindung:** Membangun dan mengelola kawasan lindung seperti taman nasional, suaka margasatwa, dan suaka laut untuk menjaga keanekaragaman hayati dan memberikan perlindungan bagi spesies yang terancam punah.
- 3) **Penggunaan Lahan Berkelanjutan:** Mengadopsi praktik penggunaan lahan yang meminimalkan kerusakan dan fragmentasi habitat, seperti pertanian berkelanjutan, penebangan hutan yang bertanggung jawab, dan perencanaan kota yang menggabungkan ruang hijau dan koridor satwa liar.
- 4) **Mengurangi Deforestasi:** Memerangi deforestasi dengan mendorong reboisasi, penghijauan, dan praktik kehutanan berkelanjutan. Melindungi hutan membantu melestarikan keanekaragaman hayati, menyerap karbon, dan melakukan mitigasi perubahan iklim.
- 5) **Memerangi Spesies Invasif:** Mengendalikan dan mengelola spesies invasif yang mengancam keanekaragaman hayati dan ekosistem asli. Mencegah masuknya dan penyebaran spesies invasif sangat penting untuk melestarikan flora dan fauna asli.

- 6) **Mendorong Konektivitas:** Memelihara dan memulihkan konektivitas antar petak habitat untuk memfasilitasi pergerakan spesies dan pertukaran genetik. Koridor satwa liar dan infrastruktur hijau membantu mengurangi dampak fragmentasi habitat.
- 7) **Perikanan Berkelanjutan:** Menerapkan praktik penangkapan ikan berkelanjutan untuk mencegah penangkapan ikan berlebihan dan melestarikan keanekaragaman hayati laut. Melindungi habitat laut, mengatur kuota penangkapan ikan, dan memberantas penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur merupakan hal yang penting untuk konservasi laut.
- 8) **Pengendalian Polusi:** Mengurangi polusi dari sumber-sumber seperti pertanian, industri, dan limpasan perkotaan untuk meminimalkan dampak berbahaya terhadap keanekaragaman hayati dan ekosistem. Menerapkan langkah-langkah untuk mengurangi polusi dan memulihkan habitat yang terdegradasi.
- 9) **Keterlibatan Komunitas:** Melibatkan komunitas lokal, masyarakat adat, dan pemangku kepentingan dalam upaya konservasi untuk memastikan pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan dan meningkatkan pengelolaan keanekaragaman hayati.
- 10) **Pendidikan dan Kesadaran:** Meningkatkan kesadaran tentang pentingnya konservasi keanekaragaman hayati dan manfaat yang diberikannya bagi manusia dan planet bumi. Inisiatif pendidikan, penjangkauan, dan ilmu pengetahuan warga dapat memberdayakan individu untuk mengambil tindakan guna melestarikan keanekaragaman hayati.

Dengan menerapkan strategi-strategi ini di tingkat lokal, nasional, dan global, kita dapat bekerja sama untuk melestarikan keanekaragaman hayati dan melindungi kekayaan kehidupan di Bumi untuk generasi mendatang.

- f. **Mengurangi penggunaan bahan kimia:** Meminimalkan penggunaan pupuk sintetis, pestisida, dan herbisida, dan menerapkan strategi pengelolaan hama terpadu.

Mengurangi penggunaan bahan kimia dalam pertanian hijau sangat penting untuk meningkatkan kelestarian lingkungan, melestarikan keanekaragaman hayati, dan menjaga kesehatan manusia. Berikut adalah beberapa prinsip utama:

- 1) **Pengendalian Hama Terpadu (IPM):** Menerapkan strategi PHT yang memprioritaskan pencegahan, pemantauan, dan pengendalian hama, penyakit, dan gulma dengan menggunakan kombinasi metode biologis, budaya, fisik, dan kimia. Pendekatan ini meminimalkan ketergantungan pada pestisida sintetis dengan menekankan pada predator alami, rotasi tanaman, dan manipulasi habitat.
- 2) **Rotasi dan Diversifikasi Tanaman:** Lakukan rotasi dan diversifikasi tanaman untuk mengganggu siklus hama dan mengurangi penumpukan patogen dan hama di dalam tanah. Menanam berbagai jenis tanaman juga dapat meningkatkan mekanisme pengendalian hama alami dan mengurangi kebutuhan akan bahan kimia.
- 3) **Pengendalian Biologis:** Mendorong predator alami dan organisme bermanfaat untuk mengelola populasi hama. Memperkenalkan serangga predator, tawon parasit, dan agen mikroba dapat membantu mengendalikan hama tanpa menggunakan pestisida sintetis, meningkatkan keseimbangan ekologi dan mengurangi ketergantungan bahan kimia.
- 4) **Pengelolaan Kesehatan Tanah:** Fokus pada pembangunan dan pemeliharaan kesehatan tanah melalui praktik seperti penanaman penutup tanah, pengomposan, dan perbaikan organik. Tanah yang sehat mendukung pertumbuhan tanaman yang kuat dan ketahanan alami terhadap hama dan penyakit,

sehingga mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia dan pestisida.

- 5) **Teknologi Pertanian Presisi:** Memanfaatkan teknologi pertanian presisi seperti peralatan yang dipandu GPS, sistem penerapan laju variabel, dan penginderaan jarak jauh untuk menargetkan input secara lebih efektif. Dengan menggunakan pupuk dan pestisida hanya pada saat dan saat diperlukan, petani dapat meminimalkan penggunaan bahan kimia sekaligus memaksimalkan hasil panen.
- 6) **Praktik Pertanian Organik:** Mengadopsi prinsip dan standar pertanian organik yang melarang penggunaan pestisida, herbisida, dan pupuk sintetis. Sebaliknya, petani organik mengandalkan masukan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan metode pengendalian hama biologis untuk menjaga kesuburan tanah dan mengendalikan hama dan penyakit.
- 7) **Pendekatan Agroekologi:** Menerapkan prinsip-prinsip agroekologi yang mendorong integrasi prinsip-prinsip ekologi ke dalam sistem pertanian. Dengan meniru ekosistem alami dan meningkatkan keanekaragaman hayati di pertanian, pendekatan agroekologi dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia dan meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit.
- 8) **Pemantauan dan Pembelajaran Berkelanjutan:** Pantau secara teratur tekanan hama dan penyakit, kinerja tanaman, dan indikator kesehatan tanah untuk membuat keputusan yang tepat mengenai strategi pengelolaan hama. Gabungkan umpan balik dari pengamatan di lahan, uji coba penelitian, dan jaringan sejawat untuk terus meningkatkan praktik pengelolaan hama dan mengurangi masukan bahan kimia dari waktu ke waktu.

9) Pendidikan dan Pelatihan: Memberikan pendidikan dan pelatihan kepada petani mengenai strategi alternatif pengelolaan hama, praktik pertanian berkelanjutan, dan potensi risiko yang terkait dengan penggunaan bahan kimia yang berlebihan. Memberdayakan petani dengan pengetahuan dan keterampilan memungkinkan mereka mengadopsi metode pertanian yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

10) Dukungan Kebijakan: Mengadvokasi kebijakan dan insentif yang mendukung pengurangan penggunaan bahan kimia di bidang pertanian, seperti subsidi untuk pertanian organik, pendanaan penelitian untuk praktik agroekologi, dan peraturan yang mendorong penerapan strategi PHT.

Dengan mengikuti prinsip-prinsip ini, petani dapat meminimalkan ketergantungan mereka pada bahan kimia sekaligus menjaga produktivitas, profitabilitas, dan kelestarian lingkungan dalam pertanian hijau.

g. Pengurangan dan daur ulang limbah: Menerapkan praktik untuk mengurangi limbah pertanian, seperti pengomposan sisa tanaman dan daur ulang bahan kemasan.

Pengurangan dan daur ulang limbah merupakan komponen penting dari pertanian hijau, yang berkontribusi terhadap efisiensi sumber daya, kelestarian lingkungan, dan penghematan biaya. Berikut adalah beberapa prinsip utama:

1) Pengomposan: Menerapkan sistem pengomposan untuk mendaur ulang sampah organik, seperti sisa tanaman, kotoran hewan, dan sisa makanan. Pengomposan mengubah bahan organik menjadi kompos kaya nutrisi, yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah, struktur, dan retensi

air, mengurangi kebutuhan akan pupuk sintetis dan meningkatkan produktivitas tanaman.

- 2) **Daur Ulang di Ladang:** Membangun program daur ulang di lahan pertanian untuk mengumpulkan dan mendaur ulang bahan-bahan seperti wadah plastik, bahan pengemas, dan plastik pertanian. Daur ulang yang tepat mengurangi sampah yang dikirim ke tempat pembuangan sampah, menghemat sumber daya, dan meminimalkan pencemaran lingkungan.
- 3) **Efisiensi Sumber Daya:** Mengoptimalkan penggunaan sumber daya di seluruh siklus produksi pertanian dengan mengurangi timbulan limbah dan memaksimalkan efisiensi sumber daya. Hal ini mencakup praktik-praktik seperti irigasi dan pengelolaan air yang efisien, pengelolaan unsur hara yang presisi, dan meminimalkan konsumsi energi dalam operasional pertanian.
- 4) **Prinsip Ekonomi Sirkular:** Menerapkan prinsip-prinsip ekonomi sirkular untuk merancang sistem pertanian yang meminimalkan timbulan limbah dan mendorong penggunaan kembali, daur ulang, dan penggunaan kembali bahan-bahan. Hal ini mencakup penutupan lingkaran nutrisi, pemulihan dan penggunaan kembali sumber daya, serta merancang produk dan kemasan agar dapat didaur ulang dan tahan lama.
- 5) **Pengelolaan Residu Tanaman:** Kelola sisa tanaman secara efektif untuk mencegah pemborosan dan meningkatkan kesehatan tanah. Praktik seperti pemberian mulsa, memasukkan residu ke dalam tanah, atau menggunakannya sebagai alas tidur hewan dapat mendaur ulang unsur hara, memperbaiki bahan organik tanah, dan mengurangi erosi.
- 6) **Pengelolaan Limbah Ternak:** Menerapkan strategi untuk mengelola dan mendaur ulang limbah ternak, seperti sistem pengelolaan kotoran, pengomposan,

dan pencernaan anaerobik. Limbah peternakan dapat diubah menjadi sumber daya berharga seperti biogas untuk produksi energi atau pupuk organik untuk menyuburkan tanah.

- 7) **Perputaran Nutrisi Biologis:** Mendorong siklus nutrisi biologis dengan memasukkan tanaman penutup tanah polong-polongan, pupuk hijau, dan tanaman pengikat nitrogen ke dalam rotasi tanaman. Praktik-praktik ini meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi kebutuhan akan pupuk sintetis, dan meminimalkan limpasan dan pencucian unsur hara, sehingga mengurangi dampak lingkungan.
- 8) **Pengurangan Kemasan:** Minimalkan limbah kemasan dengan menggunakan bahan ramah lingkungan dan dapat didaur ulang, mengoptimalkan ukuran kemasan, dan mencari solusi kemasan alternatif seperti bahan yang dapat terbiodegradasi atau dibuat kompos. Selain itu, dorong penggunaan kembali bahan kemasan jika memungkinkan.
- 9) **Pendidikan dan Kesadaran:** Meningkatkan kesadaran di kalangan petani, pekerja pertanian, dan konsumen tentang pentingnya pengurangan dan daur ulang sampah di bidang pertanian. Memberikan pendidikan dan pelatihan tentang praktik terbaik pengelolaan limbah, teknik daur ulang, dan manfaat praktik pertanian berkelanjutan.
- 10) **Kolaborasi dan Kemitraan:** Berkolaborasi dengan pemangku kepentingan lainnya, termasuk lembaga pemerintah, organisasi pertanian, lembaga penelitian, dan masyarakat lokal, untuk mengembangkan dan melaksanakan inisiatif pengurangan dan daur ulang sampah. Dengan bekerja sama, para pemangku kepentingan dapat berbagi sumber daya, pengetahuan, dan keahlian untuk mengatasi tantangan pengelolaan sampah secara efektif.

Dengan memasukkan prinsip-prinsip ini ke dalam praktik pertanian, petani dapat meminimalkan timbulan limbah, melestarikan sumber daya, dan berkontribusi pada sistem produksi pangan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

- h. Pengurangan jejak karbon:** Menerapkan praktik-praktik yang menyerap karbon dalam tanah, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan memitigasi dampak perubahan iklim.

Mengurangi jejak karbon di bidang pertanian sangat penting untuk memitigasi perubahan iklim dan mendorong keberlanjutan. Berikut adalah beberapa prinsip untuk mencapai hal ini:

1) Mengadopsi Praktik Pertanian Berkelanjutan:

Menerapkan praktik pertanian berkelanjutan yang memprioritaskan kesehatan tanah, konservasi air, dan konservasi keanekaragaman hayati. Praktik-praktik seperti pengolahan tanah konservasi, penanaman penutup tanah, dan wanatani membantu menyerap karbon di dalam tanah dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

2) Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fosil:

Meminimalkan penggunaan bahan bakar fosil dalam operasional pertanian dengan mengadopsi teknologi hemat energi, menggunakan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya atau angin, dan mengoptimalkan mesin dan peralatan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar.

3) Meningkatkan Penyerapan Karbon Tanah:

Mempromosikan praktik-praktik yang meningkatkan penyerapan karbon tanah, seperti pertanian tanpa pengolahan tanah, rotasi tanaman, dan perbaikan tanah organik. Tanah yang sehat dengan kandungan bahan organik yang tinggi dapat menyimpan karbon dalam jumlah besar, sehingga membantu mitigasi perubahan iklim.

- 4) **Pertanian Presisi:** Memanfaatkan teknologi pertanian presisi untuk mengoptimalkan input seperti pupuk, pestisida, dan air, sehingga mengurangi emisi yang terkait dengan produksi dan penerapannya. Teknik pertanian presisi juga meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil panen.
- 5) **Pengelolaan Peternakan:** Menerapkan strategi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari peternakan, seperti meningkatkan efisiensi pakan, mengelola kotoran untuk meminimalkan emisi metana, dan mengeksplorasi pakan alternatif serta praktik pemberian pakan.
- 6) **Penyeimbangan Karbon:** Berinvestasi dalam proyek penggantian kerugian karbon atau berpartisipasi dalam pasar kredit karbon untuk mengimbangi emisi yang tidak dapat dihilangkan melalui praktik di lahan pertanian. Hal ini dapat mencakup dukungan terhadap upaya reboisasi, investasi pada proyek energi terbarukan, atau pendanaan inisiatif penangkapan metana.
- 7) **Sistem Tanaman-Peternakan Terintegrasi:** Mengintegrasikan sistem produksi tanaman dan peternakan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan meningkatkan penyerapan karbon. Misalnya, sistem penggembalaan bergilir dapat meningkatkan kesehatan tanah dan penyerapan karbon sekaligus mengurangi emisi metana dari fermentasi enterik.
- 8) **Agroforestri dan Silvopasture:** Menggabungkan pepohonan dan vegetasi abadi ke dalam lanskap pertanian melalui sistem agroforestri dan silvopasture. Pepohonan tidak hanya menyerap karbon namun juga menyediakan jasa ekosistem tambahan seperti peneduh, penahan angin, dan habitat bagi satwa liar.

9) **Praktik Pertanian Karbon:** Jelajahi praktik pertanian karbon seperti penerapan biochar, yang melibatkan pengubahan sampah organik menjadi bentuk karbon stabil yang dapat ditambahkan ke tanah untuk meningkatkan kesuburan dan menyerap karbon dalam jangka panjang.

10) **Pendidikan dan Penjangkauan:** Mendidik petani, praktisi pertanian, dan pemangku kepentingan tentang pentingnya mengurangi jejak karbon di bidang pertanian dan memberikan pelatihan dan dukungan untuk menerapkan praktik berkelanjutan. Membangun kesadaran dan kapasitas sangat penting untuk menerapkan teknik pertanian ramah iklim secara luas.

Dengan mengikuti prinsip-prinsip ini, petani dapat secara signifikan mengurangi jejak karbon dari aktivitas pertanian sekaligus meningkatkan kelestarian dan ketahanan lingkungan dalam menghadapi perubahan iklim.

Berikut tabel yang menguraikan indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait pertanian hijau:

Tabel 10.2 Tabel indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait pertanian hijau

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
Soil Health Kesehatan Tanah	Agroekologi, Ilmu Tanah	Kesehatan Tanah	Tanah yang sehat sangat penting untuk pertanian berkelanjutan. Indikator ini menilai bahan organik tanah, tingkat unsur hara, struktur tanah, dan laju erosi. Praktek-praktek seperti

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
			pengolahan tanah konservasi dan penanaman penutup tanah dilakukan untuk menjaga kesehatan tanah.
Water Quality and Conservation Kualitas dan Konservasi Air	Ketahanan lingkungan	Konservasi Air	Memantau indikator kualitas air seperti tingkat nutrisi dan pestisida sambil mendorong praktik seperti irigasi yang efisien dan pengumpulan air hujan akan memastikan penggunaan air yang berkelanjutan.
Biodiversity Keanekaragaman hayati	Keseimbangan Ekologis, Konservasi Keanekaragaman Hayati	Konservasi Keanekaragaman Hayati	Keanekaragaman hayati sangat penting bagi kesehatan ekosistem. Memantau kekayaan, kelimpahan, dan keanekaragaman spesies membantu menilai dampak praktik pertanian. Metode konservasi seperti pelestarian habitat dan wanatani meningkatkan

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
			keanekaragaman hayati.
Crop and Livestock Productivity Produktivitas Tanaman dan Peternakan	Pertanian Berkelanjutan, Kelayakan Ekonomi	Peningkatan Produktivitas	ini mencakup praktik seperti rotasi tanaman, perbaikan genetik, dan peternakan yang efisien.
Energy Use and Efficiency Penggunaan dan Efisiensi Energi	Efisiensi Sumber Daya, Manajemen Energi	Efisiensi energi	Mengevaluasi konsumsi energi dan mendorong praktik- praktik efisien seperti penggunaan energi terbarukan dan pertanian presisi akan mengurangi dampak lingkungan dan biaya produksi.
Greenhouse Gas Emissions Emisi Gas Rumah Kaca	Mitigasi Perubahan Iklim, Penyerapan Karbon	Pengurangan Jejak Karbon	Pemantauan emisi dan penerapan praktik seperti penyerapan karbon melalui agroforestri dan pengurangan pengolahan tanah membantu mengurangi dampak perubahan iklim yang terkait dengan pertanian.

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
Pesticide and Fertilizer Use Penggunaan Pestisida dan Pupuk	Pengendalian Hama Terpadu, Pengelolaan Nutrisi	Mengurangi Masukan Bahan Kimia	Meminimalkan masukan bahan kimia melalui pengelolaan hama terpadu dan praktik organik mengurangi polusi lingkungan dan meningkatkan ekosistem yang lebih sehat.
Economic Viability Kelayakan Ekonomi	Ekonomi Pasar, Keberlanjutan Finansial	Ketahanan Ekonomi	Memastikan profitabilitas pertanian dan kelangsungan ekonomi melalui praktik seperti diversifikasi, produk bernilai tambah, dan perdagangan yang adil akan memperkuat sektor pertanian dan mendukung mata pencaharian pedesaan.
Social Well-being and Equity Kesejahteraan dan Kesenjangan Sosial	Keadilan Sosial, Pemerataan, Ketahanan Pangan	Keterlibatan sosial	Mendorong kesetaraan dan inklusi sosial melalui jaminan kepemilikan lahan, upah yang adil, dan akses terhadap sumber daya akan mendorong kesejahteraan

Indicator Indikator	Theory Teori	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
			masyarakat dan ketahanan pangan.
Penggunaan Lahan dan Pengelolaan Lahan	Perencanaan Penggunaan Lahan, Jasa Ekosistem	Pengelolaan Lahan Berkelanjutan	Praktik pengelolaan lahan yang bertanggung jawab seperti agroforestri dan konservasi tanah melindungi ekosistem, menjaga keanekaragaman hayati, dan menjamin produktivitas jangka panjang dan ketahanan lanskap pertanian.

Tabel ini memberikan gambaran komprehensif tentang berbagai indikator, teori, prinsip, dan penjelasan yang penting untuk memahami dan menerapkan praktik pertanian hijau.

J. Teknologi Hijau

(*Green Technology*)

Peradaban manusia telah sejalan dengan praktik pertanian, yang merupakan kegiatan di mana manusia menanam, mengolah, dan memperoleh hasil tanaman sejak awal perkembangan peradaban manusia.²⁵³ Namun, perubahan cepat dalam struktur lanskap pertanian, penurunan kesuburan tanah, kehilangan keanekaragaman hayati yang mengubah siklus biogeokimia, serangan hama, dan penyakit tanaman telah menimbulkan kekhawatiran akan ketidakstabilan produksi

²⁵³ D'Ostuni, M.; Trombadore, A.; Orsini, F. Food in the City: Enabling Integrated Solutions for Urban Agriculture and Food Production in Buildings. In *The Importance of Greenery in Sustainable Buildings*; Sayigh, A., Trombadore, A., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2022; pp. 231-254.

pertanian.²⁵⁴ Ditambah dengan peningkatan signifikan dalam populasi manusia global dan perubahan iklim, ini menjadi ancaman serius terhadap ketahanan pangan dan pasokan sumber daya pangan yang berkelanjutan. Namun, upaya untuk menciptakan praktik pertanian yang berkelanjutan telah dimulai, dengan teknologi hijau menjadi salah satu pendekatan utama untuk meningkatkan keberlanjutan praktik pertanian modern.



Gambar 10.2 Teknologi Hijau Pertanian
(Sumber: ONG & ONG)

Teknologi Hijau adalah salah satu pendekatan terbaik untuk meningkatkan praktik pertanian.

1. Definisi

Sesuai definisi yang diberikan oleh Anggraeni, E. Y. & Iravani et al., 2017,²⁵⁵ teknologi hijau mencakup teknologi ramah lingkungan. Kami menerapkannya dengan cara yang

²⁵⁴ Zacharia, P., & Ninan, R. G. (2021). Synergies and Trade-Offs Between Climate Change and The Sustainable Development Goals in the Context of Marine Fisheries. Dalam V. Venkatramanan, S. Shah, & R. Prasad, Exploring

Synergies and Trade-Offs Between Climate Change and The Sustainable Development Goals (hal. 159-176). Singapore: Springer Nature Singapore Ltd.

²⁵⁵ Anggraeni, E. Y. & Irviani, R., 2017. Pengantar Sistem Informasi. 1 penyunt. Yogyakarta: Andi.

tidak merusak stabilitas lingkungan dan melestarikan sumber daya alam, yang juga disebut sebagai teknologi ‘bersih’. Teknologi ramah lingkungan memberikan keuntungan. Tentu saja, mereka mengandalkan pemanfaatan sumber daya terbarukan secara aman untuk meminimalkan gas rumah kaca. Secara keseluruhan, teknologi hijau membuat proses ini berkelanjutan dan mengurangi penggunaan sumber daya alam.

2. Konsep

Konsep teknologi hijau berkisar pada pengembangan dan pemanfaatan inovasi yang meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan sekaligus mendorong keberlanjutan. Hal ini melibatkan pengintegrasian pertimbangan lingkungan ke dalam kemajuan teknologi di berbagai sektor seperti energi, transportasi, konstruksi, pertanian, dan pengelolaan limbah. Teknologi hijau bertujuan untuk mengurangi polusi, melestarikan sumber daya, dan memitigasi perubahan iklim dengan menggunakan sumber energi terbarukan, meningkatkan efisiensi energi, menerapkan praktik ramah lingkungan, dan menciptakan produk dengan dampak lingkungan minimal. Secara keseluruhan, konsep teknologi hijau menekankan pada keharmonisan kemajuan teknologi dan pengelolaan lingkungan untuk menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan bagi generasi mendatang.

3. Prinsip

Prinsip-prinsip teknologi hijau berakar pada keberlanjutan, perlindungan lingkungan, dan efisiensi sumber daya. Beberapa prinsip utama meliputi:

- a. Energi Terbarukan:** Menekankan penggunaan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, air, dan panas bumi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menurunkan emisi gas rumah kaca.

Energi terbarukan mengacu pada energi yang berasal dari sumber alami yang hampir tidak ada habisnya dalam skala waktu manusia. Sumber-sumber

tersebut antara lain sinar matahari, angin, hujan, pasang surut, gelombang, dan panas bumi. Berbeda dengan bahan bakar fosil, yang jumlahnya terbatas dan berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan dan perubahan iklim, sumber energi terbarukan bersifat berkelanjutan dan hanya mengeluarkan sedikit atau bahkan tidak mengeluarkan gas rumah kaca selama produksi energi.

Bentuk umum energi terbarukan meliputi:

- 1) Energi Matahari: Dihasilkan dengan menangkap sinar matahari menggunakan sel fotovoltaik atau pengumpul panas matahari untuk menghasilkan listrik atau panas.
- 2) Energi Angin: Diproduksi dengan memanfaatkan energi kinetik angin melalui turbin angin untuk menghasilkan listrik.
- 3) Pembangkit listrik tenaga air: Dihasilkan dengan memanfaatkan energi air yang mengalir, biasanya dengan membendung sungai atau memanfaatkan energi kinetik pasang surut dan gelombang laut.
- 4) Energi Panas Bumi: Diekstraksi dari panas bumi melalui pembangkit listrik tenaga panas bumi atau pompa panas bumi untuk pembangkit listrik atau aplikasi pemanasan dan pendinginan.
- 5) Energi Biomassa: Berasal dari bahan organik seperti kayu, sisa pertanian, dan sampah organik, yang dapat dibakar atau diubah menjadi biofuel untuk pembangkit panas atau listrik.

Energi terbarukan menawarkan banyak manfaat lingkungan, ekonomi, dan sosial, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca, kemandirian energi, penciptaan lapangan kerja, dan peningkatan kesehatan masyarakat. Ketika upaya global untuk memerangi perubahan iklim semakin intensif, penerapan dan perluasan teknologi energi terbarukan menjadi semakin penting dalam

transisi menuju masa depan energi yang berkelanjutan dan rendah karbon.

- b. Efisiensi Energi:** Mempromosikan teknologi dan praktik hemat energi untuk meminimalkan konsumsi energi dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya.

Efisiensi energi di bidang pertanian melibatkan optimalisasi penggunaan energi dan meminimalkan limbah di berbagai proses dan operasi pertanian. Hal ini mencakup penerapan teknologi, praktik, dan strategi manajemen untuk mengurangi konsumsi energi sekaligus mempertahankan atau meningkatkan produktivitas dan profitabilitas. Berikut beberapa aspek penting efisiensi energi di bidang pertanian:

- 1) Efisiensi Irigasi: Menerapkan sistem irigasi yang efisien seperti irigasi tetes atau irigasi presisi untuk menyalurkan air langsung ke akar tanaman, meminimalkan kehilangan air melalui penguapan dan limpasan.
- 2) Mesin dan Peralatan: Menggunakan mesin dan peralatan hemat energi untuk menanam, memanen, dan mengolah tanaman, serta untuk transportasi dan penanganan material di dalam pertanian.
- 3) Desain Bangunan: Merancang struktur hemat energi seperti gudang, fasilitas penyimpanan, dan rumah kaca dengan isolasi, ventilasi, dan pencahayaan yang tepat untuk mengoptimalkan penggunaan energi untuk pemanasan, pendinginan, dan penerangan.
- 4) Integrasi Energi Terbarukan: Memasukkan sumber energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan sistem biomassa untuk menghasilkan listrik dan panas untuk operasi di lahan pertanian, sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
- 5) Praktik Pengelolaan Tanaman: Mengadopsi praktik pengelolaan tanaman berkelanjutan seperti pengolahan tanah konservasi, rotasi tanaman, dan penanaman penutup tanah untuk meningkatkan

kesehatan tanah dan mengurangi masukan energi yang terkait dengan pengolahan tanah dan penggunaan bahan kimia.

- 6) **Pengelolaan Peternakan:** Menerapkan praktik hemat energi dalam operasional peternakan seperti mengoptimalkan efisiensi pakan, meningkatkan pengelolaan limbah, dan memanfaatkan teknologi energi terbarukan untuk sistem pemanas dan ventilasi.
- 7) **Audit dan Pemantauan Energi:** Melakukan audit energi dan memantau konsumsi energi untuk mengidentifikasi peluang peningkatan efisiensi dan melacak kemajuan dari waktu ke waktu.

Dengan meningkatkan efisiensi energi di bidang pertanian, petani dapat mengurangi biaya produksi, meningkatkan profitabilitas, dan memitigasi dampak lingkungan seperti emisi gas rumah kaca dan penipisan sumber daya. Selain itu, praktik hemat energi berkontribusi terhadap keberlanjutan dan ketahanan sistem pertanian secara keseluruhan dalam menghadapi perubahan kondisi iklim dan pasar energi.

- c. **Pengurangan dan Daur Ulang Sampah:** Mendorong praktik pengurangan, daur ulang, dan pembuangan sampah yang bertanggung jawab untuk meminimalkan dampak lingkungan dari timbulan sampah.

Pengurangan dan daur ulang sampah di bidang pertanian melibatkan minimalisasi timbulan sampah, penggunaan kembali bahan-bahan, dan daur ulang sumber daya untuk meningkatkan keberlanjutan dan meminimalkan dampak lingkungan. Berikut adalah beberapa cara pengurangan dan daur ulang sampah yang dilakukan di bidang pertanian:

- 1) **Pengelolaan Sampah Organik:** Menerapkan sistem pengomposan untuk mendaur ulang sampah organik seperti sisa tanaman, sisa makanan, dan kotoran ternak

menjadi kompos yang kaya nutrisi untuk perbaikan tanah dan peningkatan kesuburan.

- 2) Pengelolaan Residu Tanaman: Menerapkan praktik pengolahan tanah konservasi untuk meninggalkan sisa tanaman di permukaan tanah, mengurangi erosi, memperbaiki struktur tanah, dan mendorong penumpukan bahan organik.
- 3) Pengelolaan Air: Menerapkan teknik dan teknologi irigasi hemat air untuk mengurangi limbah air dan mengoptimalkan efisiensi penggunaan air dalam produksi pertanian.
- 4) Pengemasan dan Limbah Pengemasan: Meminimalkan limbah pengemasan dengan menggunakan bahan yang dapat didaur ulang atau biodegradable untuk pengemasan produk pertanian dan menerapkan praktik pengemasan berkelanjutan seperti pengemasan massal dan wadah yang dapat digunakan kembali.
- 5) Pengelolaan Sampah Plastik: Mengelola dengan benar sampah plastik yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, seperti lapisan mulsa plastik, pipa irigasi, dan bahan kemasan, melalui program daur ulang atau praktik pembuangan yang bertanggung jawab.
- 6) Daur Ulang Produk Sampingan Pertanian: Menemukan cara inovatif untuk mendaur ulang produk sampingan dan residu pertanian, seperti mengubah sisa tanaman menjadi biofuel, memanfaatkan limbah pengolahan makanan untuk pakan ternak atau kompos, dan memanfaatkan kembali plastik pertanian untuk aplikasi non-pertanian.
- 7) Praktik Ekonomi Sirkular: Menerapkan prinsip-prinsip ekonomi sirkular dengan mengadopsi sistem loop tertutup yang bertujuan untuk meminimalkan timbulan limbah, memaksimalkan efisiensi sumber daya, dan mendorong penggunaan kembali,

perbaikan, dan daur ulang bahan- bahan di seluruh rantai nilai pertanian.

Dengan memprioritaskan pengurangan dan daur ulang limbah di bidang pertanian, petani dapat meminimalkan pencemaran lingkungan, melestarikan sumber daya, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan keberlanjutan sistem pertanian secara keseluruhan. Selain itu, upaya pengurangan dan daur ulang sampah berkontribusi pada transisi menuju ekonomi pertanian yang lebih sirkular dan berketahanan.

- d. Desain & Manufaktur Berkelanjutan:** Mengintegrasikan prinsip-prinsip desain berkelanjutan ke dalam pengembangan produk dan proses manufaktur untuk meminimalkan penggunaan sumber daya, polusi, dan timbulan limbah.

Desain dan manufaktur berkelanjutan di bidang pertanian melibatkan pengintegrasian prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan, tanggung jawab sosial, dan kelayakan ekonomi ke dalam pengembangan dan produksi produk dan sistem pertanian. Begini cara penerapannya:

- 1) **Desain Produk:** Merancang peralatan, mesin, struktur, dan kemasan pertanian dengan mempertimbangkan keberlanjutan, termasuk penggunaan bahan ramah lingkungan, desain hemat energi, dan komponen yang dapat didaur ulang atau terurai secara hayati.
- 2) **Efisiensi Sumber Daya:** Mengoptimalkan penggunaan sumber daya di seluruh proses produksi, termasuk energi, air, dan bahan mentah, untuk meminimalkan limbah dan dampak lingkungan sekaligus memaksimalkan efisiensi dan produktivitas.
- 3) **Penilaian Siklus Hidup (LCA):** Melakukan penilaian siklus hidup untuk mengevaluasi dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari produk dan proses pertanian mulai dari ekstraksi bahan mentah hingga

- pembuangan, dan menggunakan informasi ini untuk menginformasikan keputusan desain dan manufaktur.
- 4) Pengurangan Limbah: Menerapkan strategi untuk mengurangi timbulan limbah selama proses manufaktur, seperti prinsip lean manufacturing, daur ulang dan penggunaan kembali bahan, dan meminimalkan limbah kemasan.
 - 5) Rantai Pasokan Berkelanjutan: Berkolaborasi dengan pemasok dan mitra untuk memastikan praktik pengadaan yang etis, mendukung standar ketenagakerjaan yang adil, dan meminimalkan dampak lingkungan di seluruh rantai pasokan.
 - 6) Kepatuhan Lingkungan: Mematuhi peraturan dan standar lingkungan, termasuk pengelolaan limbah, pengendalian emisi, dan persyaratan konservasi sumber daya, untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan memastikan kepatuhan terhadap peraturan.
 - 7) Perbaikan Berkelanjutan: Menerapkan praktik perbaikan berkelanjutan seperti lean manufacturing, Six Sigma, dan Total Quality Management untuk mengidentifikasi peluang peningkatan efisiensi, pengurangan limbah, dan peningkatan keberlanjutan dalam proses manufaktur.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip desain dan manufaktur yang berkelanjutan di bidang pertanian, produsen dapat mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi sumber daya, meningkatkan kualitas produk, dan memenuhi permintaan yang terus meningkat akan produk-produk yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dari konsumen dan pemangku kepentingan. Selain itu, desain dan praktik manufaktur yang berkelanjutan berkontribusi terhadap keberlanjutan dan ketahanan sektor pertanian secara keseluruhan dalam jangka panjang.

- e. **Konservasi Sumber Daya:** Berfokus pada konservasi dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan seperti air, tanah, dan keanekaragaman hayati untuk melestarikan ekosistem dan meningkatkan kesehatan lingkungan dalam jangka panjang.

Konservasi sumber daya di bidang pertanian melibatkan pengelolaan yang bertanggung jawab dan penggunaan sumber daya alam secara berkelanjutan seperti tanah, air, udara, keanekaragaman hayati, dan energi untuk mendukung produksi pertanian sekaligus meminimalkan degradasi lingkungan dan mendorong keberlanjutan jangka panjang. Begini cara penerapannya:

- 1) **Konservasi Tanah:** Menerapkan praktik-praktik untuk mencegah erosi tanah, meningkatkan kesehatan tanah, dan melestarikan kesuburan tanah, seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, penanaman penutup tanah, dan pengurangan pengolahan tanah.
- 2) **Konservasi Air:** Mengadopsi teknik dan teknologi irigasi yang mengoptimalkan efisiensi penggunaan air, mengurangi limbah air, dan meminimalkan dampak lingkungan seperti erosi tanah dan pencemaran air.
- 3) **Manajemen Kualitas Udara:** Menerapkan praktik-praktik untuk mengurangi emisi polusi udara dari kegiatan pertanian, seperti meminimalkan penggunaan pupuk kimia dan pestisida, mengelola limbah peternakan, dan mengurangi emisi dari mesin pertanian.
- 4) **Konservasi Keanekaragaman Hayati:** Mempromosikan konservasi keanekaragaman hayati di lahan pertanian melalui praktik seperti restorasi habitat, wanatani, pengelolaan hama terpadu, dan rotasi tanaman untuk mendukung jasa ekosistem dan meningkatkan ketahanan terhadap tekanan lingkungan.

- 5) Efisiensi Energi: Meningkatkan efisiensi energi dalam operasi pertanian dengan mengadopsi teknologi hemat energi, mengoptimalkan penggunaan peralatan dan mesin, dan menggabungkan sumber energi terbarukan untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca.
- 6) Pengelolaan Limbah: Menerapkan strategi untuk mengurangi timbunan limbah, mendaur ulang dan menggunakan kembali bahan-bahan, dan meminimalkan dampak lingkungan yang terkait dengan limbah pertanian seperti sisa tanaman, bahan kemasan, dan kotoran hewan.
- 7) Perencanaan Penggunaan Lahan Berkelanjutan: Merencanakan penggunaan lahan pertanian secara berkelanjutan untuk menyeimbangkan produksi pertanian dengan konservasi sumber daya alam, keanekaragaman hayati, dan jasa ekosistem, sekaligus meminimalkan degradasi lahan dan hilangnya habitat.

Dengan memprioritaskan konservasi sumber daya di bidang pertanian, petani dapat meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan operasi mereka, memitigasi dampak lingkungan, dan berkontribusi terhadap kelangsungan lanskap dan ekosistem pertanian dalam jangka panjang. Selain itu, konservasi sumber daya mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan global, termasuk ketahanan pangan, mitigasi perubahan iklim, dan konservasi keanekaragaman hayati.

- f. **Pencegahan Polusi:** Menerapkan teknologi dan strategi untuk mencegah atau meminimalkan polusi dan degradasi lingkungan, termasuk tindakan pengendalian polusi udara dan air.

Pencegahan polusi di bidang pertanian melibatkan penerapan praktik dan strategi untuk meminimalkan atau memitigasi polusi yang dihasilkan dari aktivitas

pertanian. Berikut adalah beberapa aspek penting dari pencegahan polusi di bidang pertanian:

- 1) Pengelolaan Nutrisi: Menerapkan teknik pemupukan yang presisi, mengoptimalkan tingkat pemberian nutrisi, dan menggunakan pupuk slow release untuk meminimalkan limpasan nutrisi dan mengurangi polusi air akibat kelebihan nitrogen dan fosfor.
- 2) Pengelolaan Pestisida: Menerapkan praktik pengelolaan hama terpadu (IPM) untuk mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, menggunakan metode pengendalian hama alternatif seperti pengendalian biologis dan rotasi tanaman, dan menerapkan pestisida secara bijaksana untuk meminimalkan kontaminasi lingkungan.
- 3) Konservasi Tanah: Menerapkan tindakan pengendalian erosi seperti pembajakan kontur, pembuatan terasering, dan penanaman penutup tanah untuk mencegah erosi tanah dan mengurangi limpasan sedimen, yang dapat membawa polutan ke badan air.
- 4) Pengelolaan Limbah Peternakan: Mengelola limbah peternakan melalui penyimpanan, pengolahan, dan pembuangan yang tepat untuk mencegah pencucian nutrisi, limpasan permukaan, dan kontaminasi air tanah dengan patogen, nutrisi, dan antibiotik.
- 5) Pengelolaan Irigasi: Mengadopsi teknik irigasi yang hemat air seperti irigasi tetes dan penjadwalan irigasi untuk meminimalkan limbah air dan mengurangi risiko pencemaran air dari limpasan pertanian.
- 6) Penanganan dan Penyimpanan Agrokimia: Menyimpan, menangani, dan membuang bahan kimia pertanian seperti pupuk, pestisida, dan herbisida dengan benar untuk mencegah tumpahan, kebocoran, dan pelepasan tidak disengaja yang dapat mencemari tanah, air, dan udara.

- 7) Zona Penyangga Tepi Sungai: Membangun zona penyangga bervegetasi di sepanjang badan air untuk memerangkap sedimen, nutrisi, dan polutan dari limpasan sebelum memasuki saluran air, meningkatkan kualitas air dan melindungi habitat perairan.
- 8) Pemantauan dan Pelaporan Polusi: Memantau kualitas air, kesehatan tanah, dan emisi udara di lahan pertanian untuk mengidentifikasi sumber polusi, menilai dampak lingkungan, dan menerapkan tindakan perbaikan yang diperlukan.

Dengan memprioritaskan upaya pencegahan polusi di bidang pertanian, petani dapat meminimalkan degradasi lingkungan, melindungi sumber daya alam, dan menjamin keberlanjutan sistem produksi pertanian untuk generasi mendatang. Selain itu, upaya pencegahan polusi berkontribusi pada kepatuhan terhadap peraturan, perlindungan kesehatan masyarakat, dan pelestarian ekosistem dan keanekaragaman hayati.

- g. Analisis Siklus Hidup:** Mempertimbangkan dampak lingkungan dari produk dan proses di seluruh siklus hidupnya, mulai dari ekstraksi bahan mentah hingga pembuangan, untuk membuat keputusan yang memprioritaskan keberlanjutan.

Prinsip-prinsip teknologi hijau bertujuan untuk menumbuhkan keseimbangan antara kemajuan teknologi, pelestarian lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat untuk masa depan yang lebih berkelanjutan.

Analisis siklus hidup (ASH) di bidang pertanian melibatkan evaluasi dampak lingkungan dari produk dan proses pertanian di seluruh siklus hidupnya, mulai dari ekstraksi bahan mentah hingga produksi, distribusi, penggunaan, dan pembuangan. Begini cara penerapannya:

- 1) Ekstraksi Bahan Baku: Menilai dampak lingkungan yang terkait dengan ekstraksi bahan mentah yang digunakan dalam produksi pertanian, seperti air, mineral, dan bahan bakar fosil.
- 2) Produksi Pertanian: Mengevaluasi dampak lingkungan dari praktik pertanian, termasuk penggunaan lahan, penggunaan air, konsumsi energi, emisi gas rumah kaca, penggunaan pestisida dan pupuk, dan erosi tanah.
- 3) Pengolahan dan Manufaktur: Menganalisis dampak lingkungan dari pengolahan produk pertanian, termasuk konsumsi energi, emisi, timbunan limbah, dan penggunaan sumber daya.
- 4) Distribusi dan Transportasi: Mengkaji dampak lingkungan dari pengangkutan produk pertanian ke pasar, termasuk konsumsi energi, emisi, dan polusi terkait transportasi.
- 5) Fase Penggunaan: Mengevaluasi dampak lingkungan yang terkait dengan penggunaan produk pertanian, termasuk konsumsi energi, emisi, dan penggunaan sumber daya selama budidaya tanaman, peternakan, dan pengolahan makanan.
- 6) Pengelolaan Akhir Masa Pakai: Menganalisis dampak lingkungan dari pembuangan produk pertanian, termasuk timbunan limbah, emisi, dan penipisan sumber daya.

ASH di bidang pertanian membantu mengidentifikasi titik-titik permasalahan lingkungan, memprioritaskan area yang perlu diperbaiki, dan memberikan informasi dalam pengambilan keputusan untuk meminimalkan dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan di seluruh rantai pasokan pertanian. Hal ini memberikan wawasan berharga mengenai dampak lingkungan dari kegiatan pertanian dan mendukung pengembangan praktik pertanian yang lebih berkelanjutan, desain produk, dan intervensi

kebijakan. Pada akhirnya, ASH membantu mendorong pendekatan yang lebih holistik dan terpadu terhadap pertanian berkelanjutan yang mempertimbangkan faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi di seluruh siklus hidup produk dan proses pertanian.

4. Indikator

Indikator teknologi hijau di bidang pertanian mengukur dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari penerapan praktik dan teknologi berkelanjutan dalam produksi pertanian. Berikut adalah beberapa indikator utama yang digunakan untuk menilai efektivitas teknologi hijau di bidang pertanian:

- a. Jejak Karbon: Mengukur emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O), yang terkait dengan aktivitas pertanian untuk mengevaluasi kontribusinya terhadap perubahan iklim.
- b. Efisiensi Energi: Menilai rasio input/output energi pada proses produksi pertanian untuk menentukan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi peluang perbaikan.
- c. Efisiensi Penggunaan Air: Mengevaluasi jumlah air yang digunakan per unit hasil pertanian dan menilai efisiensi sistem irigasi dan praktik pengelolaan air.
- d. Konservasi Keanekaragaman Hayati: Memantau perubahan indikator keanekaragaman hayati seperti kekayaan spesies, keanekaragaman habitat, dan keanekaragaman genetik untuk menilai dampak praktik pertanian terhadap ekosistem dan satwa liar.
- e. Kesehatan Tanah: Menilai indikator kualitas tanah seperti kandungan bahan organik, kesuburan tanah, laju erosi tanah, dan keanekaragaman hayati tanah untuk mengevaluasi dampak praktik pertanian terhadap kesehatan dan produktivitas tanah.

- f. Penggunaan Pestisida dan Pupuk: Melacak penggunaan pestisida dan pupuk, termasuk kuantitas, jenis, dan metode penerapannya, untuk mengevaluasi dampak lingkungan terhadap kualitas air, keanekaragaman hayati, dan kesehatan manusia.
- g. Kelayakan Ekonomi: Mengevaluasi kinerja ekonomi dari penerapan teknologi ramah lingkungan di bidang pertanian, termasuk penghematan biaya, perolehan pendapatan, profitabilitas, dan laba atas investasi.
- h. Keadilan Sosial: Mengkaji dampak sosial dari adopsi teknologi ramah lingkungan terhadap petani, pekerja pertanian, masyarakat pedesaan, dan pemangku kepentingan lainnya, termasuk peluang kerja, distribusi pendapatan, dan kesejahteraan sosial.
- i. Ketahanan dan Adaptasi: Memantau ketahanan sistem pertanian terhadap tekanan lingkungan seperti perubahan iklim, peristiwa cuaca ekstrem, dan kelangkaan sumber daya, dan menilai efektivitas teknologi hijau dalam meningkatkan kapasitas adaptasi.

Berikut tabel yang menguraikan indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait adopsi teknologi hijau di bidang pertanian:

Tabel 10.3 tabel indikator, teori, prinsip, dan penjelasan terkait teknologi hijau pertanian

Indicator indikator	Theory/ Concept Teori/Konsep	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
Carbon Footprint Jejak Karbon	Perubahan iklim	Efisiensi energi	Mengukur emisi gas rumah kaca yang terkait dengan aktivitas pertanian, yang mencerminkan efisiensi penggunaan energi dan dampaknya terhadap iklim.

Indicator indikator	Theory/ Concept Teori/Konsep	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
Energy Efficiency Efisiensi energi	Efisiensi sumber daya	Pemanfaatan Sumber Daya Optimal	Menilai rasio input/output energi dari proses pertanian untuk meminimalkan limbah dan memaksimalkan produktivitas sekaligus mengurangi dampak lingkungan.
Water Use Efficiency Efisiensi Penggunaan Air	Pengelolaan Air	Konservasi Sumber Daya	Mengevaluasi jumlah air yang digunakan per unit hasil pertanian, mendorong praktik irigasi yang efisien dan konservasi air.
Biodiversity Conservation Konservasi Keanekaragaman Hayati	Pelestarian Keanekaragaman Hayati	Pengelolaan Lingkungan	Memantau perubahan kekayaan spesies, keanekaragaman habitat, dan keanekaragaman genetik untuk menjaga ekosistem dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan.
Soil Health Kesehatan Tanah	Pengelolaan Tanah	Konservasi tanah	Menilai indikator kualitas tanah seperti kandungan bahan organik, kesuburan, dan laju erosi untuk menjaga kesehatan dan produktivitas tanah.
Pesticide and Fertilizer Use Penggunaan Pestisida dan Pupuk	Pencegahan polusi	Perlindungan lingkungan	Melacak penggunaan pestisida dan pupuk, yang bertujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan

Indicator indikator	Theory/ Concept Teori/Konsep	Principle Prinsip	Explanation Penjelasan
			terhadap kualitas air, keanekaragaman hayati, dan kesehatan manusia.
Economic Viability Kelayakan Ekonomi	Pembangunan berkelanjutan	Keberlanjutan Ekonomi	Mengevaluasi kinerja ekonomi dari adopsi teknologi ramah lingkungan, memastikan efektivitas biaya, profitabilitas, dan kelangsungan hidup jangka panjang.
Social Equity Keadilan Sosial	Tanggung jawab sosial	Kesetaraan dan Kewajaran	Menilai dampak sosial dari adopsi teknologi ramah lingkungan, mendorong kesetaraan, keadilan, dan kesejahteraan di kalangan petani dan masyarakat pedesaan..
Resilience and Adaptation Ketahanan dan Adaptasi	Ketahanan Iklim	Adaptasi terhadap Perubahan Iklim	Memantau ketahanan sistem pertanian terhadap variabilitas iklim dan kejadian cuaca ekstrem, memastikan kemampuan beradaptasi dan keberlanjutan.

Tabel ini memberikan gambaran komprehensif mengenai indikator-indikator utama, teori atau konsep terkait, prinsip-prinsip, dan penjelasan singkat mengenai signifikansinya dalam menilai efektivitas adopsi teknologi ramah lingkungan di bidang pertanian.

5. Teknologi Klasik dan Modern

Dari uraian diatas mulai dari Revolusi Hijau, Pertanian Hijau dan Teknologi Hijau di bidang pertanian, kesemuanya menggunakan teknologi yaitu dari teknologi klasik dan teknologi modern.

Teknologi pertanian klasik mengacu pada metode dan alat yang digunakan sejak zaman kuno hingga revolusi industri pertanian pada abad ke-20. Beberapa contoh teknologi pertanian klasik meliputi:

Pertanian Tradisional: Bertani dengan menggunakan alat sederhana seperti cangkul, sabit, dan alat pengolahan tanah manual lainnya.

- a. Sistem Irigasi: Penggunaan saluran air dan sistem irigasi sederhana untuk mengairi tanaman.
- b. Pertanian Berbasis Musiman: Bertani secara bergantian sesuai dengan musim tanam dan panen.
- c. Penggunaan Hewan Ternak: Penggunaan sapi, kerbau, kuda, dan hewan ternak lainnya sebagai tenaga penggerak dan sebagai sumber pupuk.
- d. Pengawetan Makanan Tradisional: Teknik pengawetan makanan seperti pengeringan, pengasapan, dan fermentasi untuk mempertahankan makanan tanpa menggunakan pendingin modern.
- e. Rotasi Tanaman: Praktik bercocok tanam dengan cara mengubah jenis tanaman yang ditanam di lahan yang sama dari waktu ke waktu untuk menjaga kesuburan tanah dan mengurangi risiko serangan hama dan penyakit.
- f. Pertanian Berdasarkan Pengetahuan Lokal: Penggunaan pengetahuan lokal dan pengalaman turun temurun dalam memilih varietas tanaman yang cocok untuk kondisi lokal dan cara mengelola tanah.
- g. Pertukaran Genetik Tradisional: Seleksi dan penyesuaian varietas tanaman melalui metode tradisional seperti pemilihan biji terbaik dari panen sebelumnya.

Meskipun teknologi pertanian klasik masih digunakan di beberapa daerah, banyak inovasi baru telah diperkenalkan seiring dengan perkembangan teknologi dan pengetahuan dalam bidang pertanian. Teknologi modern telah memungkinkan peningkatan produktivitas dan efisiensi dalam pertanian, meskipun tetap ada nilai dan kebijaksanaan dalam menerapkan teknologi pertanian klasik dalam konteks yang sesuai.

Teknologi pertanian modern merujuk pada berbagai inovasi dan perangkat teknologi yang digunakan dalam industri pertanian saat ini. Berikut adalah beberapa contoh teknologi pertanian modern:

- a. Pertanian Presisi: Menggunakan sensor dan perangkat GPS untuk memetakan lahan pertanian secara akurat dan memberikan input secara presisi seperti air, pupuk, dan pestisida sesuai kebutuhan setiap bagian lahan.
- b. Pertanian Berbasis Data: Penggunaan analisis data dan teknologi informasi untuk mengoptimalkan pengelolaan lahan, perencanaan tanaman, dan manajemen rantai pasokan.
- c. Biologi Molekuler dan Genetika: Penggunaan bioteknologi, termasuk rekayasa genetika, untuk mengembangkan varietas tanaman yang lebih produktif, tahan terhadap hama, penyakit, dan kondisi lingkungan tertentu.
- d. Pertanian Vertikal: Sistem bertani di dalam bangunan dengan menggunakan teknologi LED dan pengendalian lingkungan untuk memaksimalkan produksi tanaman dalam ruang terbatas.
- e. Hidroponik dan Aeroponik: Bertani tanpa menggunakan tanah dengan menyediakan nutrisi tanaman secara langsung dalam air (hidroponik) atau udara (aeroponik), sering kali dalam lingkungan kontrol seperti rumah kaca.
- f. Robotika Pertanian: Penggunaan robot dan kendaraan otonom untuk kegiatan seperti penanaman, pemeliharaan tanaman, dan panen, yang membantu mengurangi

ketergantungan pada tenaga kerja manusia.

- g. Sensor dan Internet of Things (IoT): Pemasangan sensor di lapangan untuk memantau kondisi tanah, tanaman, dan lingkungan sekitarnya secara real-time, yang memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.
- h. Penggunaan Drones: Penggunaan pesawat tanpa awak (drone) untuk pemantauan lahan pertanian secara luas dan pengumpulan data, termasuk pemetaan, penginderaan, dan pemantauan kondisi tanaman.
- i. Pertanian Berkelanjutan: Pengembangan teknologi yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan, seperti pengelolaan sumber daya air yang efisien, praktik pertanian organik, dan pengurangan limbah.
- j. Sistem Pangan Vertikal: Konsep untuk menghasilkan makanan secara lokal di kota dengan menggunakan teknologi pertanian vertikal dan ruang terbatas untuk memenuhi permintaan konsumen yang terus meningkat.

Teknologi pertanian modern berperan penting dalam meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan ketahanan pangan global, serta membantu petani menghadapi tantangan seperti perubahan iklim, degradasi tanah, dan keterbatasan sumber daya.

Berikut adalah tabel perbandingan antara pertanian teknologi klasik dan teknologi modern:

Tabel 10.4 tabel perbandingan antara pertanian teknologi klasik dan teknologi modern

Aspek	Pertanian Teknologi Klasik	Pertanian Teknologi Modern
Alat dan Peralatan	Cangkul, sabit, arit, alat sederhana lainnya	Traktor, alat pengolahan tanah mekanis, robot pertanian, drone, sensor, dan IoT (Internet of Things)

Aspek	Pertanian Teknologi Klasik	Pertanian Teknologi Modern
Metode Bertani	Bergantung pada musim, teknik tradisional seperti rotasi tanaman	Pertanian presisi, penggunaan data dan analitika, hidroponik, aeroponik, pertanian vertikal
Irigasi	Saluran air sederhana, irigasi tradisional	Sistem irigasi modern, termasuk irigasi tetes dan irigasi berbasis sensor
Penggunaan Pupuk	Pupuk organik, kompos, kandang ternak	Pupuk kimia yang diberikan secara presisi melalui sistem irigasi atau aplikasi tanaman
Perlindungan Tanaman	Penggunaan pengetahuan lokal, pestisida alami	Bioteknologi, pestisida kimia, teknik rekayasa genetika, penggunaan drone untuk pemantauan hama dan penyakit
Manajemen Sumber Daya	Penggunaan tenaga kerja manusia, tanah dan air secara tradisional	Penggunaan teknologi informasi, analisis data, dan IoT untuk manajemen sumber daya alam dan lahan pertanian
Produktivitas	Relatif rendah, tergantung pada faktor alam dan keahlian petani lokal	Lebih tinggi, dapat dioptimalkan melalui penggunaan teknologi presisi dan bioteknologi
Ketergantungan pada Tenaga Kerja	Tergantung pada pekerjaan manual dan tenaga kerja tradisional	Mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia melalui otomatisasi dan robotisasi

Perlu dicatat bahwa perbandingan ini bersifat umum dan dapat bervariasi tergantung pada lokasi geografis, kondisi lingkungan, skala pertanian, dan praktik petani individu. Selain itu, beberapa praktik pertanian klasik masih digunakan dan diintegrasikan dengan teknologi modern dalam banyak kasus.

Teknologi Hijau dalam pertanian mengarah pada penggunaan alat-alat modern dan digital. Berikut penggunaan inovasi dalam teknologi pertanian modern.

13 Inovasi Teratas di bidang Pertanian²⁵⁶

Mulai dari penemuan bajak hingga mesin pemeras susu, inovasi telah memainkan peran penting dalam pembangunan pertanian. Berikut beberapa tren terkini dalam teknologi pertanian yang diperkirakan akan mempengaruhi pertanian secara global pada tahun 2023 dan seterusnya.

1. Otomatisasi Pertanian

Otomatisasi sudah menjadi bagian utama dari proses pertanian, namun hal ini akan menjadi lebih penting lagi di tahun-tahun mendatang. Para petani sudah menggunakan drone untuk memantau tanaman mereka, dan sensor canggih dapat memberi tahu mereka kapan tepatnya mereka perlu menyiram atau menyuburkan lahan mereka. Perangkat ini juga dapat digunakan untuk memantau kualitas tanah dan memastikan tanaman tidak terpengaruh oleh kekeringan atau faktor lingkungan lainnya.

Peningkatan tingkat otomatisasi akan memungkinkan petani untuk lebih fokus pada aspek lain dari bisnis mereka dibandingkan tugas-tugas pekerjaan manual tradisional seperti menyiram, menyemai, dan memanen.

²⁵⁶ <https://www.jiva.ag/blog/top-13-innovations-in-agriculture-farming>

2. Blockchain

Teknologi Blockchain digunakan di bidang pertanian untuk melacak informasi tanaman dari lahan pertanian hingga ke rak. Didukung oleh database terdesentralisasi, teknologi ini membantu mengatur kualitas makanan dan umur simpannya. Basis data yang dapat diaudit memungkinkan petani dan pemasar memantau produk pertanian di seluruh rantai pasokan.

Baru-baru ini, Hyperledger, sebuah kerangka kerja blockchain sumber terbuka, telah diadopsi oleh Walmart untuk membantu raksasa ritel tersebut mendeteksi makanan tidak sehat secara real-time sebelum sampai ke konsumen. Selain itu, untuk mendorong produk pertanian bebas bahan kimia dan meningkatkan transparansi dalam rantai pasokan pertaniannya, India, produsen buah dan sayuran terbesar di dunia, berencana untuk mengadopsi teknologi blockchain di semua ekspor Agri-nya.

3. Internet of things (IoT) di bidang Pertanian

IoT digunakan sebagai solusi pertanian cerdas untuk memantau ladang tanaman dari mana saja. Ini melibatkan penggunaan sensor untuk melacak kelembaban tanah, kesehatan tanaman, kondisi ternak, suhu, dll.

Teknologi IoT memungkinkan terciptanya struktur irigasi otomatis di mana sumber daya air dapat dikelola secara efisien. Dengan mengumpulkan data tanaman seperti kelembapan dan suhu, teknologi IoT dapat membantu menentukan jumlah air yang tepat untuk tanaman setiap musim.

4. Sistem Informasi Geografis (GIS) di bidang Pertanian

GIS di bidang pertanian mengandalkan teknologi seperti drone dan satelit untuk memahami posisi dan jenis tanaman, tingkat pemupukan, status tanah, dan informasi terkait. Dengan data yang dihasilkan dari perangkat dan perangkat lunak penginderaan jauh GIS, petani dapat menentukan lokasi terbaik untuk menanam tanaman di

lapangan dan membuat keputusan yang tepat tentang cara meningkatkan nutrisi tanah.

Dalam peternakan, perangkat lunak GIS memantau pergerakan hewan. Hal ini, pada gilirannya, akan membantu peternak melacak kesehatan, kesuburan, atau nutrisi hewan.

5. AI/ML & Ilmu Data dalam Teknologi Pertanian

Perkiraan pertanian menjadi mudah ketika petani menerapkan teknologi AI/ML & ilmu data. Penggunaan pemindaian laser 3D dan pencitraan spektral/analisis spektral, misalnya, dapat membantu petani memprediksi skenario cuaca dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang diperlukan untuk irigasi, pemupukan, dan pengendalian hama.

Melalui teknologi AI/ML & ilmu data, petani dapat menganalisis lahan mereka untuk mencari lokasi terbaik untuk menanam benih. Mereka dapat menggunakan visi komputer untuk mengenali tinggi, lebar, dan jarak tanaman yang optimal. Data ini kemudian dapat digunakan untuk mengoptimalkan metode pertumbuhan mereka.

6. Pertanian Regeneratif

Forum Ekonomi Dunia menggambarkan pertanian regeneratif sebagai langkah maju untuk mendekarbonisasi sistem pangan dan membuat pertanian memiliki ketahanan terhadap guncangan iklim. Praktik pertanian nonkonvensional ini bekerja berdasarkan lima prinsip dasar.

- a. Mempromosikan keanekaragaman hayati melalui integrasi hewan dan tumbuhan.
- b. Meningkatkan kesehatan tanah dengan menerapkan semua opsi yang dapat mengurangi gangguan tanah.
- c. Praktik konservasi tanah dengan menjaga permukaan tanah tetap tertutup semaksimal mungkin.
- d. Menerapkan keanekaragaman tanaman dengan menanam berbagai jenis tanaman di lahan yang sama.
- e. Mempertahankan akar yang masih hidup dengan menanam tanaman tahunan atau tanaman penutup tanah.

7. Pertanian Lingkungan Terkendali-Controlled Environment Agriculture (CEA)

Pertanian Lingkungan Terkendali (CEA) adalah metode budidaya tanaman di lingkungan yang diatur sepenuhnya. Ini juga dikenal sebagai 'pertanian vertikal atau pertanian dalam ruangan'. Dalam jenis budidaya ini, semua kebutuhan tanaman dipenuhi dengan menyediakan air, nutrisi, dan cahaya secara artifisial menggunakan teknik hidroponik, aquaponik, dan aeroponik.

CEA telah terbukti mengurangi beberapa tantangan yang dihadapi dalam pertanian konvensional. Misalnya, hal ini sangat mengurangi konsumsi air tergantung pada pengaturan pertanian. Faktanya, beberapa pertanian vertikal menggunakan 70% hingga 95% lebih sedikit air dibandingkan yang biasanya dibutuhkan di pertanian tradisional di luar ruangan.

Selain penggunaan air yang optimal, CEA melindungi tanaman dari kondisi cuaca buruk dan membantu memaksimalkan penggunaan ruang untuk bercocok tanam.

8. Robotika Pertanian

Pada tahun 2022, ukuran pasar global robotika pertanian hampir mencapai \$5 miliar. Kebutuhan untuk memenuhi peningkatan permintaan pangan global merupakan salah satu kekuatan pendorong utama penerapan dan adopsi robot pertanian secara luas.

Banyak aktivitas pertanian yang dilakukan manusia kini dapat dilakukan oleh robot pertanian (agribot), sehingga memaksimalkan produktivitas dan menghemat sumber daya yang sangat besar. Saat ini, agribot digunakan dalam penanaman benih, pemanenan tanaman, penyiangan, penyortiran dan pengemasan, pengelolaan ternak, dan lain-lain.

9. Drones

Kendaraan Udara Tak Berawak atau drone semakin berguna dalam pengelolaan tanaman dan ternak. Misalnya, petani dapat menggunakan drone yang dilengkapi sensor

untuk memantau pertumbuhan tanaman, mendeteksi stres penyakit, memantau suhu lahan, dan menyemprotkan pestisida atau pupuk pada lokasi yang diinginkan di lahan.

Di bidang peternakan, drone digunakan untuk mengamati padang rumput dan melacak pergerakan hewan di peternakan besar.

Beberapa drone memiliki kamera pencitraan termal untuk mendeteksi hewan sakit dengan suhu tubuh tinggi.

Manfaat yang melekat dan maraknya drone dalam operasional pertanian terletak pada kemampuannya membantu petani memperoleh data komprehensif untuk mengambil keputusan tepat waktu.

10. Pertanian Presisi

Peningkatan populasi global telah menyebabkan peningkatan produksi pangan per kapita. Namun, hal ini juga menyebabkan kekurangan air karena keperluan irigasi. Untuk mengatasi masalah ini, para petani beralih ke pertanian presisi karena dapat menghemat waktu dan uang.

Pertanian presisi adalah sistem manajemen pertanian yang berkembang pesat yang melibatkan penggunaan teknologi sensor, AI, GIS, dan IoT untuk mengumpulkan dan menganalisis data tentang tanah, tanaman, dan hewan. Hal ini memungkinkan penggunaan input yang lebih tepat sasaran seperti air, pupuk, unsur hara tanaman, pestisida, benih, dan tenaga kerja. Pertanian presisi menyimpang dari praktik pertanian konvensional, yang menggunakan metode seragam di wilayah yang luas tanpa memandang kualitas tanah atau variasi topografi.

11. Bioteknologi Pertanian

Meskipun terdapat kekhawatiran yang semakin besar mengenai dampak bioteknologi pertanian terhadap kesehatan, penggunaan rekayasa genetika untuk memperbaiki tanaman atau hewan akan tetap menjadi tren dalam pertanian modern. Mengapa? Daya tarik metode ini terletak pada kemampuannya untuk meningkatkan produksi dan meningkatkan ketahanan pangan global. Apalagi

organisme hasil rekayasa genetika telah terbukti aman bagi kesehatan manusia.

Tantangan utama yang dapat membuat GMO tidak aman untuk dikonsumsi adalah kegagalan petani dalam mematuhi standar peraturan ketika mempraktikkan bioteknologi pertanian. Jika tidak, bioteknologi pertanian dapat meningkatkan kualitas hasil pertanian dan membantu menciptakan tanaman yang lebih tahan terhadap iklim.

12. Data Besar & Analisis

Pertanian ini menjadi pabrik data, dengan sensor dan teknologi lainnya yang mengumpulkan ribuan titik data tentang segala hal mulai dari kualitas tanah hingga kelembapan dan hasil panen. Data dan analisis yang besar dapat membantu petani memutuskan kapan akan menanam dan memanen, berapa banyak air atau pupuk yang akan digunakan, dan berapa banyak benih yang harus disemai.

Operasi pertanian bergantung pada perubahan cuaca dan lingkungan, yang sulit diakses, terutama untuk pertanian skala besar. Penerapan big data dan analisis di bidang pertanian membantu petani memprediksi siklus air atau pola curah hujan.

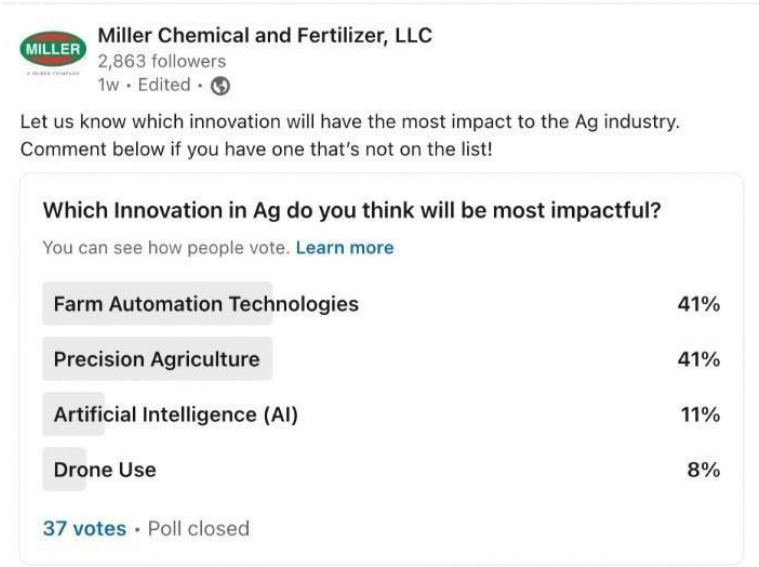
13. Teknologi Konektivitas

Di dunia yang serba informasi saat ini, produksi pertanian harus didasarkan pada pendekatan berbasis pengetahuan dan data. Petani harus dapat berkomunikasi satu sama lain, penjual, dan pelanggan untuk menghasilkan pangan lebih efisien. Hal ini dapat dilakukan melalui teknologi konektivitas.

Teknologi konektivitas, seperti perangkat seluler, teknologi satelit, dan platform berbasis internet, memungkinkan petani berbagi informasi untuk membuat keputusan yang lebih baik tentang cara mereka bercocok tanam atau beternak. Teknologi ini juga memungkinkan petani menjangkau pembeli potensial atau menjual langsung ke konsumen.

Kita sering diingatkan bahwa jumlah penduduk dunia terus bertambah dengan cepat. Sehingga, upaya menciptakan inovasi baru dalam bidang pertanian menjadi sangat penting agar dapat memastikan kelangsungan hidup manusia di masa depan. Dalam tahun-tahun mendatang, peneliti tanaman, petani, dan pemerintah dari berbagai negara di seluruh dunia akan secara aktif mengejar pengembangan teknologi dan inovasi baru yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian secara global. Tujuan utamanya adalah mendukung petani kecil serta mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh aktivitas pertanian terhadap lingkungan.

Data Penelitian dari Miller Chemical and Fertilizer, LLC menunjukkan berikut:



Gambar 10.3 Data penggunaan Teknologi Hijau Modern

Dari data diatas menunjukan bahwa:

Farm Automation Technologies	41%
Precision Agriculture	41%
Artificial Intelligence (AI)	11%
Drone Use	8%

1. Farm Automation Technologies

Teknologi Otomasi Pertanian

Teknologi otomasi pertanian telah mengubah permainan pertanian selama beberapa tahun sekarang. Teknologi baru ini, seperti traktor dan peralatan yang dapat digerakkan sendiri yang dapat mendeteksi gulma dan hama secara mandiri, menghemat waktu dan uang bagi petani. Traktor otonom John Deere adalah contoh bagus dari inovasi ini. Memiliki konsumsi energi yang efisien, beroperasi dengan presisi, dan menghemat waktu bagi petani. Orang-orangan sawah laser juga merupakan inovasi terbaru, yang menggunakan teknologi laser untuk menghalangi burung. Kemajuan ini jauh lebih efektif dibandingkan orang-orangan sawah tradisional karena cakupannya dan kemampuannya mencegah burung mengakses tanaman.

Teknologi otomasi pertanian untuk pertanian modern mengacu pada integrasi berbagai sistem otomatis dan robotika ke dalam operasi pertanian untuk menyederhanakan proses, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja manual. Teknologi ini memanfaatkan kemajuan dalam robotika, sensor, kecerdasan buatan, dan analisis data untuk mengotomatisasi tugas-tugas yang biasanya dilakukan oleh petani atau pekerja pertanian. Berikut beberapa contoh teknologi otomasi pertanian:

- a. Pemanenan Robot: Robot otomatis digunakan untuk memanen tanaman seperti buah-buahan, sayuran, dan beri. Robot-robot ini dilengkapi dengan kamera, sensor, dan lengan robot yang mampu mengidentifikasi produk matang, memetikinya dengan hati-hati, dan menyortirnya berdasarkan kualitas dan ukuran.
- b. Traktor dan Peralatan Otonom: Traktor dan mesin pertanian yang dapat mengemudi sendiri yang dilengkapi dengan GPS dan sistem sensor dapat melakukan berbagai tugas seperti membajak, menyemai, menyemprot, dan memanen dengan presisi dan efisien. Sistem otonom ini dapat beroperasi sepanjang waktu, mengoptimalkan

operasi lapangan, dan mengurangi biaya tenaga kerja.

- c. Sistem Irigasi Otomatis: Sistem irigasi pintar menggunakan sensor untuk memantau tingkat kelembaban tanah, kondisi cuaca, dan kebutuhan air tanaman secara real-time. Mereka dapat secara otomatis menyesuaikan jadwal irigasi, laju aliran air, dan volume pengairan untuk mengoptimalkan penggunaan air dan memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal sekaligus melestarikan sumber daya.
- d. Teknologi Drone: Drone yang dilengkapi dengan kamera, sensor, dan teknologi pencitraan digunakan untuk pemantauan tanaman, pemetaan udara, dan pengawasan lahan pertanian. Mereka dapat mengambil gambar dan data beresolusi tinggi, mendeteksi masalah kesehatan tanaman, menilai kesehatan tanaman, dan mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian, sehingga petani dapat mengambil keputusan dan intervensi yang tepat.
- e. Sistem Pemberian Pakan Otomatis: Dalam peternakan, sistem pemberian pakan otomatis menyalurkan pakan ke hewan berdasarkan jadwal yang telah ditentukan atau kebutuhan nutrisi individu. Sistem ini dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja, meminimalkan pemborosan pakan, dan memastikan praktik pemberian pakan yang konsisten, sehingga meningkatkan kesehatan dan produktivitas hewan.
- f. Sistem Pemerahan Robot: Sistem pemerahan otomatis digunakan dalam peternakan sapi perah untuk pemerah susu sapi tanpa campur tangan manusia. Sistem ini menggunakan lengan dan sensor robot untuk membersihkan, menstimulasi, dan pemerah susu sapi, memantau kualitas susu, dan mencatat data kesehatan sapi individu dan metrik produksi.
- g. Sistem Pertanian Vertikal: Fasilitas pertanian vertikal memanfaatkan teknologi otomasi seperti hidroponik, aeroponik, dan sistem pencahayaan otomatis untuk

menanam tanaman di dalam ruangan dalam lapisan atau rak yang ditumpuk secara vertikal. Sistem ini mengoptimalkan pemanfaatan ruang, mengendalikan kondisi lingkungan, dan mengotomatiskan tugas-tugas seperti penyiraman, pemupukan, dan pemanenan, sehingga memungkinkan produksi produk segar sepanjang tahun di wilayah perkotaan.

Teknologi otomatisasi pertanian memainkan peran penting dalam pertanian modern dengan meningkatkan produktivitas, meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi biaya tenaga kerja, dan memungkinkan praktik pertanian berkelanjutan. Mereka memberdayakan petani untuk mengelola operasi skala besar dengan lebih efektif, beradaptasi terhadap perubahan permintaan pasar, dan memenuhi tantangan dalam memenuhi kebutuhan pangan populasi global yang terus bertambah.

2. Precision Agriculture

Pertanian Presisi

Pertanian presisi adalah inovasi penting lainnya dalam pertanian. Pertanian presisi menggunakan teknologi baru, seperti pemetaan satelit atau citra drone, dan sensor tanah untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan penerapan bahan kimia. Teknologi ini memungkinkan petani untuk fokus pada area tertentu di lahan tanaman untuk menargetkan jumlah herbisida dan pestisida yang dibutuhkan saja. Dengan kemajuan lebih lanjut dalam pertanian presisi, petani akan dapat meningkatkan hasil panen mereka sambil mempertahankan praktik ramah lingkungan, seperti mengurangi penggunaan air dan pupuk.

Pertanian presisi, juga dikenal sebagai pertanian cerdas, adalah pendekatan pertanian yang memanfaatkan teknologi dan metode berbasis data untuk mengoptimalkan hasil panen, meminimalkan penggunaan input, dan meningkatkan profitabilitas, sekaligus mendorong keberlanjutan. Dalam pertanian presisi, berbagai teknologi seperti GPS, sensor, drone, citra satelit, dan algoritma

pembelajaran mesin digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data tentang tanah, tanaman, cuaca, dan kondisi lingkungan. Data ini kemudian digunakan untuk membuat keputusan yang tepat dan menerapkan tindakan yang tepat di tingkat lapangan. Berikut beberapa aspek penting dari pertanian presisi:

- a. Pengelolaan Spesifik Lokasi: Pertanian presisi melibatkan praktik pengelolaan input pertanian (seperti air, pupuk, pestisida, dan benih) pada tingkat yang sangat tepat dan spesifik lokasi. Alih-alih memperlakukan seluruh lahan secara seragam, petani menggunakan data untuk mengidentifikasi variasi dalam lahan dan menyesuaikan praktik pengelolaannya.
- b. Pengumpulan dan Analisis Data: Pertanian presisi sangat bergantung pada pengumpulan data dari berbagai sumber, termasuk sampel tanah, citra udara, stasiun cuaca, dan sensor. Data ini kemudian dianalisis menggunakan analisis canggih dan teknik pembelajaran mesin untuk mendapatkan wawasan tentang kesehatan tanah, pertumbuhan tanaman, keberadaan hama dan penyakit, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi produktivitas tanaman.
- c. Teknologi Tingkat Variabel (VRT): VRT memungkinkan petani menerapkan input pada tingkat yang bervariasi di seluruh lahan, berdasarkan data waktu nyata dan variabilitas spasial. Misalnya, pemupukan dapat diberikan dalam dosis yang lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada tingkat unsur hara tanah, sedangkan pengairan dapat disesuaikan berdasarkan kadar air tanah.
- d. Penginderaan Jauh: Teknologi seperti drone dan citra satelit digunakan untuk mengumpulkan data resolusi tinggi tentang kesehatan tanaman, biomassa, dan tingkat stres. Informasi ini membantu petani mengidentifikasi area yang menjadi perhatian, memantau pertumbuhan tanaman sepanjang musim, dan melakukan intervensi tepat waktu.

- e. Sistem Pendukung Keputusan (DSS): Alat pendukung keputusan mengintegrasikan data dari berbagai sumber untuk memberikan wawasan dan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti kepada petani. Sistem ini membantu petani mengoptimalkan keputusan pengelolaan mereka terkait penanaman, irigasi, pemupukan, pengendalian hama, dan waktu panen.
- f. Pemantauan dan Pemetaan Hasil: Pertanian presisi melibatkan penggunaan sistem pemantauan hasil panen untuk melacak hasil panen secara real-time dan membuat peta hasil yang menyoroti variabilitas spasial di lahan. Informasi ini membantu petani mengidentifikasi area dengan produktivitas tinggi dan rendah serta menyesuaikan praktik pengelolaannya.
- g. Keberlanjutan dan Manfaat Lingkungan: Dengan mengoptimalkan input dan mengurangi limbah, pertanian presisi dapat membantu petani meningkatkan efisiensi sumber daya, meminimalkan dampak lingkungan, dan mendorong praktik pertanian berkelanjutan. Hal ini memungkinkan penerapan input yang lebih tepat sasaran, mengurangi limpasan bahan kimia, erosi tanah, dan emisi gas rumah kaca.

Pertanian presisi mewakili pendekatan pertanian berbasis data yang memungkinkan petani meningkatkan produktivitas, profitabilitas, dan keberlanjutan dengan mengoptimalkan pengelolaan sumber daya dan pengambilan keputusan di tingkat lapangan.

3. Artificial intelligence

Kecerdasan Buatan (AI) untuk pertanian modern mengacu pada penerapan teknik dan teknologi AI untuk meningkatkan berbagai aspek praktik dan manajemen pertanian. Berikut adalah beberapa bidang utama dimana AI memberikan dampak pada pertanian modern:

- a. Pertanian Presisi: AI memungkinkan pertanian presisi dengan menggunakan analisis data, sensor, dan citra satelit untuk memantau dan mengelola tanaman dengan

lebih akurat. Hal ini mencakup optimalisasi input seperti air, pupuk, dan pestisida berdasarkan data real-time, sehingga menghasilkan peningkatan efisiensi dan pengurangan dampak terhadap lingkungan.

- b. Pemantauan dan Pengelolaan Tanaman: Drone dan citra satelit bertenaga AI dapat memantau kesehatan tanaman, mendeteksi penyakit, hama, dan kekurangan unsur hara, serta memberikan wawasan kepada petani untuk melakukan intervensi tepat waktu. Algoritme pembelajaran mesin menganalisis data yang dikumpulkan untuk mengidentifikasi pola dan membuat prediksi tentang hasil panen dan kesehatan.
- c. Pertanian Robot: Robot dan kendaraan otonom yang digerakkan oleh AI digunakan untuk berbagai tugas di pertanian, termasuk menanam, menyiangi, memanen, dan menyortir tanaman. Robot-robot ini dapat bekerja 24/7, meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya tenaga kerja.
- d. Pemuliaan Tanaman dan Genomik: Algoritme AI dan pembelajaran mesin mempercepat proses pemuliaan tanaman dengan menganalisis kumpulan data besar informasi genom. Hal ini memungkinkan pengembangan varietas tanaman baru yang lebih tahan terhadap hama, penyakit, dan tekanan lingkungan.
- e. Pengoptimalan Rantai Pasokan: AI membantu mengoptimalkan rantai pasokan pertanian dengan memprediksi permintaan, mengelola inventaris, dan meningkatkan logistik dan distribusi. Hal ini memastikan produk sampai ke konsumen dengan lebih efisien, mengurangi limbah makanan, dan meningkatkan keuntungan bagi petani.
- f. Prediksi dan Adaptasi Iklim: Model AI menganalisis data cuaca dan pola iklim untuk memprediksi tren jangka panjang dan kejadian cuaca ekstrem, membantu petani lebih mempersiapkan diri dan beradaptasi terhadap perubahan kondisi iklim.

- g. Sistem Irigasi Cerdas: Sistem irigasi bertenaga AI menggunakan data dari sensor, prakiraan cuaca, dan tingkat kelembapan tanah untuk mengoptimalkan penggunaan air dan meminimalkan pemborosan air. Hal ini menghasilkan peningkatan hasil panen dan pengurangan konsumsi air.
- h. Deteksi dan Pengelolaan Penyakit Tanaman: Algoritme AI menganalisis gambar tanaman untuk mendeteksi tanda-tanda awal penyakit dan hama, sehingga petani dapat mengambil tindakan pencegahan sebelum masalah menjadi lebih parah. Hal ini membantu mengurangi kerugian panen dan kebutuhan akan perawatan kimia.

Secara keseluruhan, AI merevolusi pertanian modern dengan memberikan wawasan berharga kepada petani, mengoptimalkan pengelolaan sumber daya, meningkatkan produktivitas, dan mendorong praktik berkelanjutan.

4. Drone

Drone, juga dikenal sebagai kendaraan udara tak berawak (UAV), memiliki banyak penerapan dalam pertanian modern. Berikut beberapa kegunaan utama drone di bidang pertanian:

- a. Pemantauan Tanaman: Drone yang dilengkapi dengan kamera dan sensor dapat menangkap gambar tanaman dari udara dengan resolusi tinggi. Gambar-gambar ini dapat digunakan untuk memantau kesehatan tanaman, mendeteksi penyakit, hama, dan kekurangan unsur hara, serta menilai kondisi lahan secara keseluruhan. Dengan mengidentifikasi masalah sejak dini, petani dapat mengambil tindakan tepat waktu untuk mengurangi kerugian panen dan mengoptimalkan hasil panen.
- b. Pemetaan dan Survei Lapangan: Drone dapat membuat peta terperinci dan model 3D lahan pertanian, memungkinkan petani menilai topografi, karakteristik tanah, dan pola drainase lahan mereka secara akurat. Informasi ini membantu dalam perencanaan dan optimalisasi pola tanam, sistem irigasi, dan penggunaan lahan.

- c. Pertanian Presisi: Drone memungkinkan pertanian presisi dengan menyediakan data real-time kepada petani mengenai kinerja tanaman dan variabilitas di lahan. Dengan menganalisis data ini, petani dapat mengambil keputusan berdasarkan informasi mengenai penggunaan input dengan tingkat variabel seperti air, pupuk, dan pestisida. Hal ini menghasilkan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi dampak lingkungan.
- d. Penyemprotan Tanaman: Drone yang dilengkapi sistem penyemprotan dapat mengaplikasikan pestisida, herbisida, dan pupuk pada tanaman dengan presisi dan efisiensi. Dibandingkan dengan metode penyemprotan tradisional di darat, penyemprotan dengan drone mengurangi paparan bahan kimia bagi pekerja, meminimalkan pemadatan tanah, dan memungkinkan penerapan yang ditargetkan, sehingga mengurangi penggunaan bahan kimia secara keseluruhan.
- e. Inventarisasi Tanaman dan Estimasi Hasil: Drone dapat digunakan untuk melakukan survei tanaman dari udara dan memperkirakan hasil sebelum panen. Dengan menganalisis data yang dikumpulkan oleh drone, petani dapat mengambil keputusan yang lebih tepat mengenai jadwal panen, kebutuhan penyimpanan, dan strategi pemasaran.
- f. Pemantauan Peternakan: Drone dapat digunakan untuk memantau ternak dan area penggembalaan yang luas. Mereka dapat melakukan pengawasan udara terhadap perilaku, kesehatan, dan pola pergerakan hewan, membantu petani mendeteksi masalah seperti cedera, penyakit, atau pemangsaan.
- g. Pengelolaan Air: Drone yang dilengkapi dengan kamera pencitraan termal dapat menilai tekanan air tanaman dan mengidentifikasi area yang irigasinya berlebih atau kurang. Informasi ini memungkinkan petani untuk mengoptimalkan jadwal irigasi dan menghemat sumber daya air.

- h. Pemantauan Lingkungan: Drone dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan seperti erosi tanah, tutupan vegetasi, dan degradasi lahan. Informasi ini berharga untuk praktik pengelolaan lahan dan upaya pelestarian lingkungan.



Gambar 10.4 Drone untuk penyemprotan tanaman

Drone menawarkan kepada petani cara yang hemat biaya dan efisien untuk mengumpulkan data berharga, memantau kesehatan tanaman, dan mengoptimalkan praktik pertanian. Dengan memanfaatkan teknologi drone, petani dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya input, dan mengadopsi metode pertanian yang lebih berkelanjutan.

Drone dan kecerdasan buatan AI membuat pemantauan dan pengolahan tanaman jauh lebih efisien. Drone dan pertanian presisi semakin berkembang, dan teknologi-teknologi baru terus berkembang untuk memungkinkan kecerdasan buatan membantu mengumpulkan, menafsirkan, dan bertindak berdasarkan data real-time. Ilmu pengetahuan telah mengalami kemajuan pesat sehingga drone dan AI dapat mengoperasikan sensor canggih dan mengumpulkan citra tanaman yang membantu mendiagnosis kesehatan tanaman. Selain itu, petani dapat menggunakan data ini untuk merencanakan langkah selanjutnya dan mendeteksi masalah apa pun seperti hama, patogen, atau stres pada tanaman.

Sekarang waktunya untuk saran penelitian terkait teknologi hijau pertanian. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan tema penelitian berikut:

Saran Tema terkait penelitian misalnya:

- a. Analisis pemanfaat AI terhadap hasil produksi pertanian
- b. Dampak penggunaan Drone pada hasil pertanian
- c. Efektivitas Teknologi hijau pertanian terhadap kesejahteraan petani
- d. dll

FOOTNOTES

BAB 1

1. Ibu Soed (26 Maret 1908 – 26 Mei 1993) yang punya nama asli Saridjah Niung adalah seorang pemusik, guru musik, pencipta lagu anak-anak, penyiar radio, dramawan dan seniman batik Indonesia. Lagu-lagu yang diciptakan Ibu Soed sangat terkenal di kalangan pendidikan Taman Kanak-kanak Indonesia. Tanah Airku adalah lagu Indonesia yang ditulis oleh Ibu Sud. Lirik lagu ini berisi tentang keindahan alam Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Atas karya dan pengabdianannya, ibu Soed menerima penghargaan Satyalancana Kebudayaan dari pemerintah Indonesia dan MURI.
2. Prof. Dr. Singgih Tri Sulistiyono, M.Hum adalah Guru Besar ilmu Sejarah Universitas Diponegoro Semarang. Pernyataan beliau diungkapkan dalam wawancara dengan Kumparan Berita online. <https://kumparan.com/pandangan-jogja-com/benarkah-soekarno-pencipta-kata-petani-sebagai-akronim-penyangga-tatanan-negara-1tYpEVHmWjF/full> diakses 12 Maret 2023
3. Dikutip dari laman resmi Pemerintah Kabupaten Grobogan dengan website <https://www.grobogan.go.id/info/artikel/588-sejarah-singkat-pertanian-di-indonesia> diakses 12 Maret 2023
4. Aarsten, Van. 1953. Pengertian Pertanian. Di akses 20 Juli jam
5. 20.00 di halaman website http://www.tokomesin.com/Pengertian_Pertanian.html
6. Dr. Herkulana Mekarryani S., M.Si, KAJIAN ANALISIS SISTEM LADANG BERGILIR DALAM PERTANIAN BERKELANJUTAN PADA ERA GLOBALISASI DI KALIMANTAN BARAT, <https://litbang.kalbarprov.go.id/artikel/artikel/kajian-analisis-sistem-ladang-bergilir-dalam-pertanian-berkelanjutan-pada-era-globalisasi-di-kalimantan-barat>
7. "Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2015". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2018-05-03. Diakses tanggal 2018-05-03.
8. "Peraturan Menteri Pertanian Nomor 40 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian". JDIH Kementerian Pertanian. Diakses tanggal 21 Mei 2021.
9. Ibid,6
10. Ibid,7

11. "Website Unit Pelayanan Teknis (UPT) Lingkup Ditjen PKH". Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2021-05-20. Diakses tanggal 20 Mei 2021.
12. "Kementan membentuk Badan Standardisasi Instrumen Pertanian". Antara News. 20 Desember 2022. Diakses tanggal 6 Februari 2023.
13. Pemerintah Indonesia (2022), Peraturan Presiden Nomor 117 Tahun 2022 tentang Kementerian Pertanian, Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara
14. Kementerian Pertanian (2022), Peraturan Menteri Pertanian Nomor 19 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian, Jakarta: Kementerian Pertanian
15. Kementerian Pertanian (2023), Peraturan Menteri Pertanian Nomor 13 Tahun 2023 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Lingkup Badan Standardisasi Instrumen Pertanian, Jakarta: Kementerian Pertanian
16. "Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2015". Diarsipkan dari versi asli tanggal 2018-05-03. Diakses tanggal 2018-05-03.
17. Barantan (2020), hlm. 14
18. "Sejarah". Badan Karantina Pertanian. Diakses tanggal 11-06-2019.
19. Ibid.
20. "Profil Organisasi". Badan Karantina Pertanian. Diakses tanggal 11- 06-2019
21. UU 21/2019, Pasal 7.
22. Kementerian Pertanian RI (03-08-2015), Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43/Permentan/OT.010/8/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pertanian (PDF), Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia, diarsipkan dari versi asli (PDF) tanggal 2019-11-04, diakses tanggal 2019-06-11
23. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009.
24. Castro, P. and M. Huber. (2003). *Marine Biology*. 4th ed. Boston: McGraw Hill.
25. Sumber
26. <https://tanjungmeru.kecutowinangun.kebumenkab.go.id/index.php/web/artikel/4/547> diakses 12 Maret 2023

27. Sumber: <https://misekta.id/news/permasalahan-yang-terjadi-pada-sektor-sosial-ekonomi-pertanian-indonesia> diakses 12 Maret 2023

BAB 2

20. Russanti, Irma (2019). *Eksplorasi Batik Tanah*. Pantera Publishing. hlm. 16. ISBN 9786026013736.
21. Idham (2021). *Konstitusionalisme tanah hak milik di atas tanah hak pengelolaan*. Penerbit Alumni. hlm. 123.
22. Robert J. Kodoatie, Dirmawan, Christine Mayavani (2021). *Tata Ruang Sungai Aluvial dan Sungai Non-Aluvial CAT dan Non-CAT*. Penerbit Andi. hlm. 107. ISBN 9786230103056.
23. Kurniawan, Aris (2022). "Pengertian Tanah Beserta Proses Dan Fungsinya". gurupendidikan.co.id. Diakses tanggal 2022-05-31.
24. Susanto, Heru (2013). *Bijak Meminjam dan Menggunakan Uang Bank*. Elex Media Komputindo. hlm. 259. ISBN 9786020220949.
25. Olilingo, Fachrudin Zain (2017). *Potensi Investasi di Provinsi Gorontalo*. Deepublish. hlm. 102. ISBN 9786024535476
26. Dudal, R., and M. Soeprattohardjo. 1957. *Soil Classification in Indonesia*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimatologi, Bogor
27. Sejak 1998 diganti oleh sistem World Reference Base
28. "The Color of Soil". United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2007-10-27. Diakses tanggal 2008-07-08.
29. Wulandari, Trisna (2021). "4 Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Permukiman". detikcom. Diakses tanggal 2022-05-31.
30. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/jenis-jenis-tanah>
31. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/pengaruh-letak-astronomis-dan-geografis-indonesia-terhadap-kondisi-iklim>
32. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/iklim-di-indonesia>

BAB 3

33. E. Saefullah Wiradipradja, "Wilayah Udara Negara (state air territory) Ditinjau dari Segi Hukum Internasional dan Nasional Indonesia", *Indonesian Journal of International Law*, Nomor 4 Juli, 2009, h. 498.

34. Daniel Zuchron, *Menggugat Manusia dalam Konstitusi: Kajian Filsafat atas UUD 1945 Pasca Amandemen*, Jakarta: Rayana Komunikasindo, 2017, h. 21
35. Sefriani, *Hukum Internasional Suatu Pengantar*, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2010, h. 192
36. "Natural resource dictionary definition | natural resource defined". Yourdictionary.com. Retrieved 2016-12-12. Natural- resource meaning [:] An actual or potential form of wealth supplied by nature, as coal, oil, water power, timber, arable land, etc. A material source of wealth, such as timber, fresh water, or a mineral deposit, that occurs in a natural state and has economic value. Something, such as a forest, a mineral deposit, or fresh water, that is found in nature and is necessary or useful to humans. Any source of wealth that occurs naturally, especially minerals, fossil fuels, timber, etc.
37. Barrow, C.J. (2010). How is environmental conflict addressed by SIA? *Environmental Impact Assessment Review* 30(5), 293-301. DOI:10.1016/j.eiar.2010.04.001<https://www.researchgate.net/publication/280386431>
38. Winoto H. 2010. *Natural resources: The curse of developing countries?*. Diakses pada 6 Agustus 2011.
39. Birstol PM. 2011. *Leone at 50: Rich in Natural Resources but Among Poorest Nations on Earth, What a Paradox!* Diarsipkan 2013- 12-24 di Wayback Machine.. Diakses pada 6 Agustus 2011.
40. WGBH Educational Foundation. 2002. *Whar role have the natural resources played in the politics and economy of the Middle East*. Diakses pada 6 Agustus 2011.
41. Alayli MA. 2005. *Resource Rich Countries and Weak Institutions: The Resource Curse Effect* Diarsipkan 2011-06-12 di Wayback Machine..
42. www.jiwaji.edu.com Unit 2 Natural Resources pdf
43. Hitipeuw J. 2011. *Indonesia, The World's Second Mega Biodiversity Country*. Dikutip dari Kompas, 16 Mei 2011.
44. Dongan. 2010. *Selamat Datang Protokol Nagoya*. Diakses pada 8 Agustus 2011
45. Kadek. 2008. *Natural resources in Indonesia* Diarsipkan 2010-12-22 di Wayback Machine.. Diakses pada 8 Agustus 2011

46. *World Expo 2010 Shanghai China. 2010. Diversity of its Natural Resources Diarsipkan 2011-10-25 di Wayback Machine.. Di akses pada 8 Agustus 2011.*
47. *Sohibi. 2007. 10 Rekor kekayaan alam Indonesia Diarsipkan 2011-08-23 di Wayback Machine.. Diakses pada 8 Agustus 2011.*
48. *Index Mundi. 2011. Indonesian Natural Resources. Diakses pada 8 Agustus 2011.*
49. *Van Wijnbergen, Sweder (1984). "The „Dutch Disease“: A Disease After All?" The Economic Journal 94 373:41.DOI:10.2307/2232214*
50. *Pitersz G. 2011.Dutch Disease.Diakses pada 8 Agustus 2011*
51. *Sukanda Husin, S.H, LL.M. Penegakan Hukum Lingkungan Indonesia. Jakarta: Sinar Grafika,2009, hlm. 79*
52. *Nugraha P. 2011. Presiden PKS Mulai Dekati Petani. Dikutip dari harian Kompas, 23 April 2011.*
53. *Encyclopedia of the Nations. 2011. Indonesia - Agriculture. Diakses pada 9 Agustus 2011.*
54. *USGS. 2011. Water Use in the United States, 2005. Diakses pada 10 Agustus 2011*
55. *"Earth's water distribution". United States Geological Survey. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2012-06-29. Diakses tanggal 2009-05-13.*
56. *Barrow M. 2010. Natural Resources Diarsipkan 2011-11-13 di Wayback Machine.. Diakses pada 6 Agustus 2011.*
57. *Article 33 berbunyi: "...the geostationary orbit are limited natural resources that they must be used efficiently and economically so that countries or group of countries may have equitable acces to both in conformity with the provisions of the Radio Regulations according to their needs and the technical facilities at their disposal".*
58. *Endang Suherman, Wilayah Udara dan Wilayah Dirgantara, Penerbit: PT Alumni, Bandung, (Edisi Baru), 2009, hlm., 10.*
59. *Priyatna Abdurrasyid., Beberapa Aspek Hukum Orbit Geostationer, Departemen Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta, 2003, hlm 3.*
60. *Pendapat ini ini dikemukakan oleh Ka-Staf TNI AU pada acara Seminar Ruang Udara Nasional sebagai Asset Pembangunan, Jakarta, 10 Desem- ber 1991, hlm., 4.*
61. *Priyatna Abdurrasyid., Kedaluatan Negara di Ruang Udara, Penerbit: Rajawali Press, (Edisi Baru), 2007, hlm., 10.*

62. Northern Territory Government. 2007. *Natural Resources, Environment, The Arts and Sport: Soil*. Diakses pada 10 Agustus 2011.
63. Frederick WH, Worden RL. 1993. *Indonesia*. Diakses pada 10 Agustus 2011.
64. Buton Asphalt Indonesia. 2012. *Buton Asphalt Indonesia*. Di akses pada 2 Februari 2012.

BAB 4

65. Jayadinata, Johara T. 1992. *Pembangunan Desa dalam Perencanaan*. Bandung: ITB.
66. Aca Sugandhy ir., M.Sc, 1999, *Penataan ruang dalam pengelolaan lingkungan hidup*, Jakarta, Gramedia Pustaka
67. Lichfield, D. dan Drabkin, H. Darin. 1980. *"Land Policy and Urban Growth"*. Oxford: Pegamon Press.
68. Nurmaranti Alim., dkk. *Pengelolaan Lahan Kering*, Yayasan Kita Menulis, 2022 ISBN: 978-623-342-459-2 Cetakan 1, Mei 2022
69. <https://ilmugeografi.com/ilmu-sosial/pertanian-lahan-basah-dan-lahan-kering>
70. <https://indonesia.wetlands.org/id/wetlands/apa-lahan-basah-itu/>
71. Source Url: <https://www.bps.go.id/indicator/53/179/1/luas-lahan-sawah.html> Access Time: March 23, 2023, 7:40 am
72. Berita Resmi Statistik (BRS) No. 74/10/Th. XXV, 17 Oktober 2022
73. Renstra Kementerian Pertanian 2020-2024 Revisi (26 Agustus 2021)
74. Renstra Kementerian Pertanian 2020-2024 Revisi (26 Agustus 2021)
75. Desauettes, J.R., 1977. *Catalogue of Landforms for Indonesia*. Soil Research Institute Bogor, FAO. 111p and Appendices.
76. Kucera, K.P., 1988. *Guidelines for Soil and Terrain Field Description in Integrated Watershed Management Studies for Indonesia using USDA System*. Konto River Project ATA 206 Phase III. Project Communication No. 6.
77. BENY HARJADI, 2015, *SURVEI ISDL (Inventarisasi Sumber Daya Lahan) KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP KEHUTANAN BADAN PENELITIAN, PENGEMBANGAN, DAN INOVASI KEHUTANAN Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*

78. Ronald Amundsen. "Soil Preservation and the Future of Pedology" (PDF). Retrieved 2006-06-08.

BAB 5

79. "Bengawan Solo" adalah sebuah lagu karya Gesang yang menceritakan tentang aliran Sungai Bengawan Solo. Gesang menciptakan lagu ini pada tahun 1940 pada saat Gesang berumur 23 tahun. Selain terkenal di Indonesia, lagu ini merupakan lagu yang terkenal di seluruh Asia semenjak diperkenalkan oleh para tentara Jepang.
Gesang Martohartono adalah seorang penyanyi dan pencipta lagu asal Indonesia. Dikenal sebagai "maestro keroncong Indonesia," ia terkenal lewat lagu "Bengawan Solo" ciptaannya, yang terkenal di Asia, terutama di Indonesia dan Jepang. Kelahiran: 1 Oktober 1917, Surakarta Meninggal: 20 Mei 2010, Surakarta.
80. Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. 2007. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Cetakan 2 – Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi
81. Gabriel, J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Hiprokrates.
82. Basri, Junaidi. 1987. *Dasar-dasar Mekanisasi Pertanian*. Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
83. Kartasapoetra, A.G dan M. M. Sutedjo, 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*, Bumi aksara. Jakarta.
84. Suhardjono. (1994). *Kebutuhan Air Tanaman*. Institut Teknologi Malang: Malang.
85. Hansen, V. E. et al., 1986. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta: Erlangga.
86. Mawardi, Erman. 2007. *Desain Hidroulik Bangunan Irigasi*. Bandung: Alfabeta.
87. <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/365/sejarah-irigasi-di-indonesia>
88. *Standard Perencanaan Irigasi*, 2013, Kreteria Perencanaan bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP – 01, Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa. Jakarta
89. *ibid*
90. *ibid*

91. <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/356/mengenal-bangunan-irigasi-saluran-pembawa>
92. *ibid*
93. *ibid*
94. *Standard Perencanaan Irigasi*, 2013, *Kreteria Perencanaan bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP – 01*, Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Sumber Daya Air, Direktorat Irigasi dan Rawa. Jakarta
95. *Sumber: DPUPKP Kulon Progo*
96. *Sumber Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air - MalangKab*
97. *Sumber : <https://www.slideshare.net/bobsagune3/bangunan-air-47360674>*
98. Asdak, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
99. Lakitan, B. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Cetakan Ke-2. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
100. Seyhan, Ersin, 1990, *Dasar-dasar Hidrologi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
101. Suroso. 2006. *Analisis Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas*. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 3
102. Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta

BAB 6

103. Muhammad Ilham Arisaputra, 2015, *Reforma Agraria Indonesia*, Sinar Grafika, Jakarta, hlm. 55
104. Herman Soesangobeng, 2002, *Sinkronisasi Peraturan Perundang-Undangan Mengenai Pengelolaan Sumberdaya Alam*, Makalah Disajikan Seminar Nasional Pertanahan 2002 yang diselenggarakan Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional di Hotel Ambarrukmo, Yogyakarta, hlm. 12
105. Tati Nurmala (dkk), 2012, *Pengantar Ilmu Pertanian*, Graha Ilmu, Yogyakarta, hlm.20
106. Boedi Harsono, 2003, *hukum agraria indonesia, sejarah pembentukan undang-undang pokok agraria, isi dan pelaksanaannya*, Djambatan, Jakarta, hlm 269

107. Sumaryo, S Tahlim. 2005. *Pemahaman Dampak Negatif Konversi Lahan Sawah Sebagai Landasan Perumusan Strategi Pengendaliannya*. Prosiding Seminar Penanganan Konversi Lahan dan Pencapaian Pertanian Abadi. LPPM IPB: Bogor.
108. Eka fitrianingsih, 2017, *Tinjauan Terhadap Alih Fungsi Tanah Pertanian ke non Pertanian (permukiman) di kecamatan tomoni kabupaten luwu timur*, skripsi, fakultas hukum, universitas hasanudin Makassar, hlm 11
109. Syarif Imama Hidyat, 2008. "Analisis Konversi Lahan Sawah Di Propinsi Jawa Timur" jurnal: fakultas pertanian UPN "veteran" Jawa Timur
110. I Made Mahadi Dwipradnyana, 2014. *Faktor-faktor yang mempengaruhi Konversi lahan Pertanian Serta Dampak Terhadap Kesejahteraan Petani (study kasus di subak jadi, kecamatan kediri, tabanan)*. Skripsi: program pascasarjana universitas udayana denpasar.
111. Dwi prasetya, 2015 "Dampak Alih fungsi lahan dari Sawah ke Tambak Terhadap Mata Pencarian Masyarakat Desa (studi Kasus di Desa Cebolek Kidul Kecamatan Margoyoso Kab, pati" skripsi: Universitas Negari Semarang, semarang
112. 4Zaenil Mustopa. 2011. "Analisis Faktor-Faktor yang mempengaruhi Alih Fungsi Lahan Pertanian di Kabupaten Demak" skripsi: Universitas Diponegoro semarang, hal 38
113. Apridar S.E., M.Si., 2012 "teori ekonomi sejarah dan perkembangannya" Geraha Ilmu: Yogyakarta, hal 43
114. Pasal 33 Undang-Undang Dasar 1945 Negara Republik Indonesia
115. Sumaryanto, et al (2005). *Analisis Kebijaksanaan Konversi Lahan Sawah ke. Penggunaan Non Pertanian*. Laporan Penelitian Tahun II. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
116. Firman T. 2005. *Konversi lahan pertanian dalam perspektif pengembangan wilayah dan kota*. Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, Pusat Studi Pembangunan Pertanian dan Pedesaan LPPM – Institut Pertanian Bogor.
117. Ruswandi. et al, 2007. *Konversi Lahan Pertanian dan Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Bandung Utara*. Jurnal tanah dan Lingkungan.

118. Furi DR. 2007. *Implikasi Konversi Lahan Terhadap Aksesibilitas Lahan dan Kesejahteraan Masyarakat Desa*. Skripsi. IPB, Bogor.

BAB 7

119. FAO, 1976, *A Framework for Land Evaluation*, Soil Resources Management and Conservation Service Land and Water Development Division. FAO Soil Bulletin no 32 FAO UNO Rome Italy.
120. Hannah Ritchie and Max Roser, 2019, <https://ourworldindata.org/land-use>
121. This data is sourced from the UN Food and Agriculture Organization. Other studies confirm this distribution of global land: in an analysis of how humans have transformed global land use in recent centuries, Ellis et al. (2010) found that by 2000, 55% of Earth's ice-free (not simply habitable) land had been converted into cropland, pasture, and urban areas. This left only 45% as „natural“ or „semi-natural“ land.
Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., & Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 589-606.
The major uncertainties – and explanation for discrepancies – in these assessments is the allocation of „rangelands“: in some regions it can be difficult to accurately quantify how much of rangelands are used for grazing, and how much is free from human pressure. Despite this uncertainty, most analyses tend to conclude that close to half of habitable land is used for agriculture.
122. The land area of the United States is around 9.2 million km². Multiplied by 5, gives us 46 million km². Note that when inland water bodies, and coastal waters are included, the surface area of the US is 9.8 million km². Agricultural land would then be 4.9 times the size of the US.
123. This data is also from the UN's Food and Agricultural Organization. Cropland area is around 16 million km² (1.6 billion hectares), which is one-third of 48 million km².

124. *The UN FAO does not provide breakdowns of the amount of land directly devoted to feed, food, and industrial production. It does provide this in tonnage terms, however, converting this to area estimates is complex, especially when co-products are considered. To get the breakdown of cropland areas, we have combined the UN FAO land use areas with the share of area given to food, feed and non-food uses from the 2018 paper in Science from Joseph Poore and Thomas Nemecek. It is the largest meta-analysis of global food systems to date, covering 38,700 commercially viable farms in 119 countries and 40 products representing around 90% of global protein and calorie consumption.*
Poore and Nemecek estimate that 50% of croplands are used for human food; 38% is for livestock feed; and 12% is for non-food uses. You can find this breakdown in table S10 of the paper's Supplementary Information.
This is very similar to the animal feed figures reported in a separate UN report, which estimated that one-third of cropland area is used for feed production. We chose not to use these figures directly since they are unreferenced, and don't provide further context of food and non-food uses. However, it does provide a useful cross-check that these sources find similar results.
125. *Grazing land for livestock can also be split between food and non-food products such as leather, hides and other industrial products. Poore and Nemecek (2018) estimate that 87% of grazing land is for meat and dairy production, and the remaining 13% is for non-food uses.*
126. *All of the following numbers come from the UN Food and Agriculture Organization (FAO). They can be found on its FAOSTAT database. 40% of the world's protein comes from animal products, and 60% from plant-based foods. However, seafood is also included in animal products here. Around 57% of this comes from aquaculture – which requires some land to grow fish feed – while the other 43% is from wild catch, which does not use land.*
127. *Jesse H. Ausubel, Iddo K. Wernick, Paul E. Waggoner (2013) – Peak Farmland and the Prospect for Land Sparing. Population and Development Review, Volume 38, Issue Supplement s1, pages 221–242, February 2013. DOI: 10.1111/j.1728-4457.2013.00561.x. Online here.*

128. *These numbers are taken from FAO (2013) – Statistical Yearbook. Table 4. Online here. For comparison: The area of the USA, Canada and China are all short of 1,000 million ha (USA 963 million ha, China 932 million ha, Canada 909 million ha).*
129. *This is the definition given by the UN's Food and Agricultural Organization (FAO) in their glossary that is online here.*

BAB 8

130. *Safety and health in agriculture. International Labour Organization. 1999. ISBN 978-92-2-111517-5. Diakses tanggal 13 September 2010.*
131. *"Indonesia: GDP share by sector 2022". Statista (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.*
132. *"Indonesia: GDP from agriculture, forestry, and fishing 2022". Statista (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.*
133. *Suryowati, Estu (12 August 2014). Djumena, Erlangga, ed. "Satu Dekade, Kontribusi Pertanian terhadap PDB Menurun". Kompas.com (dalam bahasa Indonesian).*
134. *"Indonesia: employment numbers by sector 2022". Statista (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.*
135. *"Pertanian di Indonesia (Agriculture in Indonesia)". Indonesia Investments. Diakses tanggal 5 December 2015.*
136. *"Indonesia Land use - Geography". www.indexmundi.com (dalam bahasa Inggris). Diakses tanggal 2023-11-05.*
137. *"Pertanian di Indonesia (Agriculture in Indonesia)". Indonesia Investments. Diakses tanggal 5 December 2015.*
138. *Simbolon, Johannes (November 14, 2010). "The rise of agriculture and Indonesia's future". Jakarta. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2015-12-10. Diakses tanggal 7 December 2015.*
139. *Harahap, Fitra Syawal (2021). Dasar-dasar Agronomi Pertanian. Mitra Cendekia Media. hlm. 2. ISBN 9786236957851.*
140. *Lamangida, Saiman (2021). "DEKAN HADIRI PENANDA TANGANAN IMPLEMENTASI KERJASAMA JURUSAN PETERNAKAN DENGAN DINAS PERTANIAN PROVINSI GORONTALO". ung.ac.id. Diakses tanggal 2022-01-04.[pranala nonaktif permanen]*

141. Scheierling, Susanne M. (1995). *"Overcoming agricultural pollution of water : the challenge of integrating agricultural and environmental policies in the European Union, Volume 1"*. The World Bank. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-06-05. Diakses tanggal 2013-04-15.
142. "CAP Reform". European Commission. 2003. Diakses tanggal 2013- 04-15.
143. McMullen, Alia (7 January 2008). "Forget oil, the new global crisis is food". Financial Post. Toronto. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-11-13. Diakses tanggal 2013-11-13.
144. Borger, Julian (26 February 2008). "Feed the world? We are fighting a losing battle, UN admits", The Guardian (London).
145. "Food prices: smallholder farmers can be part of the solution". International Fund for Agricultural Development. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-05-05. Diakses tanggal 2013-04-24.
146. "Africa may be able to feed only 25% of its population by 2025", *mongabay.com*, 14 December 2006.
147. "Agricultural Productivity in the United States". USDA Economic Research Service. 5 July 2012. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2013-02-01. Diakses tanggal 2013-04-22.
148. Brown, Lester R. *"Global Water Shortages May Lead to Food Shortages-Aquifer Depletion"*. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2010-07-24. Diakses tanggal 2013-11-13.
149. "India grows a grain crisis". *Asia Times (Hong Kong)*. 21 July 2006. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2018-02-21. Diakses tanggal 2013-11-13.
150. Laporan Data BPS 2023 diolah
151. Laporan Data BPS 2023 diolah
152. United States Department of Agriculture (USDA) 2023
153. United States Department of Agriculture (USDA) 2023
154. UU No 18 Tahun 2004 mengenai Perkebunan. Diakses 15 September 2023
155. *"Palm Oil Production by Country in 1000 MT"*. Index Mundi.
156. *"Top Production, Cloves, 2012"*. FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.
157. *"Top Production, Cinnamon (canella), 2012"*. FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.

158. "Top Production, Nutmeg, mace and cardamoms, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.
159. "Top Production, Rubber, natural, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.
160. "Top Production, Cassava, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.
161. "Top Production, Vanilla, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.
162. "Coconut Oil Production by Country in 1000 MT". *Index Mundi*.
163. "Top Production, Rice Paddy, 2012". FAOSTAT. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-07-13.
164. "Top 10 Cocoa Producing Countries". *World Atlas*.
165. "Top 10 Coffee Producing Countries (2014)". *World Atlas*. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2015-12-05. Diakses tanggal 2018-03-11.
166. "Leading 10 tobacco producing countries worldwide in 2013 (in 1,000 metric tons)". *Statista*.
167. "The Worlds Top 10 Tea Producing Nations". *World Atlas*.
168. Laporan Data BPS 2023 diolah
169. <https://palmoilina.asia/berita-sawit/sejarah-perkebunan-sawit-indonesia/>
170. Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022
171. <https://mutucertification.com/manfaat-minyak-kelapa-sawit/>
172. <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/karet/item185>
173. <https://www.bloomberg.com/quote/BIT5N:IND>
174. <https://bakri.uma.ac.id/manfaat-karet-dalam-pertumbuhan-ekonomi-indonesia/>
175. Laporan Data BPS 2023 diolah
176. <https://distanbunkp.halmaheraselatankab.go.id/pages/artikel?id=4&topik=PERANAN-KOMUDITAS-KELAPA-DALAM-BIDANG-EKONOMI-NASIONAL>
177. <https://news.mongabay.com/2021/12/indonesias-three-most-consequential-forestry-stories-of-2021/>

BAB 9

178. <https://www.britannica.com/topic/Brundtland-Report>
179. <https://www.britannica.com/topic/World-Commission-on-Environment-and-Development>
180. Kamus Merriam-Webster telah diterbitkan dalam berbagai edisi selama bertahun-tahun. Kamus Merriam-Webster asli pertama kali diterbitkan pada tahun 1828 oleh George dan Charles Merriam di Springfield, Massachusetts. Sejak itu, terdapat banyak edisi yang direvisi dan diperbarui, dengan penambahan kata-kata baru dan definisi yang disempurnakan untuk mencerminkan perubahan dalam bahasa dan penggunaan dari waktu ke waktu. Edisi terbaru terus diperbarui untuk memasukkan kata-kata baru, makna, dan perkembangan linguistik. pembaruan terakhir pada bulan Januari 2022, revisi terbaru kamus Merriam-Webster yang tersedia adalah "Kamus Perguruan Tinggi Merriam-Webster, Edisi Kesebelas," yang diterbitkan pada tahun 2003. Namun, perlu dicatat bahwa Merriam- Webster secara rutin memperbarui kamus daringnya dengan kata- kata baru , makna, dan revisi, jadi meskipun edisi cetaknya mungkin belum diperbarui akhir-akhir ini, versi online terus berkembang. Untuk informasi terkini, sebaiknya lihat kamus online Merriam-Webster.
181. <https://www.conceptdraw.com/examples/venn-diagram-for-sustainable-development>
182. <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1027927/>
183. URL <http://www.fao.org/3/a-i6874e.pdf>
184. Phillips, R. L. (2013). "Norman Ernest Borlaug. 25 March 1914 – 12 September 2009". *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*. **59**: 59–72. doi:10.1098/rsbm.2013.0012. S2CID 75211546.
185. Swaminathan, M. S. (2009). "Obituary: Norman E. Borlaug (1914–2009) Plant scientist who transformed global food production". *Nature*. **461** (7266): 894. Bibcode:2009Natur.461..894S. doi:10.1038/461894a. ISSN 0028-0836. PMID 19829366. S2CID 36572472.

186. "Borlaug, father of 'Green Revolution', dead", *DAWN.com*. September 14, 2009. Retrieved May 27, 2015.
187. Scott Kilman and Roger Thurow. "Father of 'Green Revolution' Dies". *The Wall Street Journal*. Retrieved June 5, 2013.
188. "UN food agency mourns death of champion against hunger". *news.un.org*. September 13, 2009. Retrieved December 13, 2023.
189. "Dr. Norman Borlaug". *Iowa Wrestling Hall of Fame*. Retrieved December 12, 2023.
190. Stuertz, Mark (December 5, 2002). "Green Giant". *Dallas Observer*. Archived from the original on February 25, 2021.
191. Borlaug, N. E. 1972. Nobel Lecture, December 11, 1970. From *Nobel Lectures, Peace 1951–1970*, Frederick W. Haberman Ed., Elsevier Publishing Company, Amsterdam
192. Stinner, D.H. (2007), "The Science of Organic Farming", in William Lockeretz (ed.), *Organic Farming: An International History*, Oxfordshire, UK & Cambridge, Massachusetts: CAB International (CABI), pp. 40–72, ISBN 978-0-85199-833-6, retrieved 10 August 2010 ebook ISBN 978-1-84593-289-3
193. Howard, Louise E (1953), *Sir Albert Howard in India*, London: Faber & Faber, retrieved 10 August 2010 pdf version
194. Rebecca Jones, *Green Harvest: The History of Organic Farming and Gardening in Australia*, Collingwood, Victoria: Csiro Publishing, 2010, p. 3
195. Vogt, G (2007), "The Origins of Organic Farming", in William Lockeretz (ed.), *Organic Farming: An International History*, Oxfordshire, UK & Cambridge, Massachusetts: CAB International (CABI), pp. 9–29, ISBN 978-0-85199-833-6, retrieved 10 August 2010 ebook ISBN 978-1-84593-289-3
196. Priesner, Claus (1985), "Liebig, Justus Freiherr von", *Neue Deutsche Biographie* (dalam bahasa Jerman), vol. 14, Berlin: Duncker & Humblot, hlm.497–501;
197. Rines, George Edwin, penyunting. (1920). "Liebig, Justus, Baron von". *Ensiklopedia Americana*.
198. Brock, William H. (1997). *Justus von Liebig: penjaga gerbang kimia* (Edisi ke-1st). Cambridge, Inggris: Cambridge University Press. ISBN 9780521562249.
199. Ibid

200. "Catatan dan Berita Ilmiah" . Sains . 28 (708): 115. 24 Juli 1908.<https://www.science.org/doi/10.1126/science.28.708.114.b> Diakses pada 12 November 2014
201. "Catatan dan Berita Ilmiah" . Sains . 28 (708): 115. 24 Juli 1908. doi: 10.1126/science.28.708.114-a . Diakses pada 12 November 2014
202. Makers of American Botany, Harry Baker Humphrey, Ronald Press Company, Library of Congress Card Number 61-18435
203. Bailey, L.H. (1923). Various cultigens, and transfers in nomenclature. *Gentes Herb.* 1: pages 113-136
204. Allan C Carlson: *The New Agrarian Mind* Chapter 1 "Toward a New Rural Civilization: Liberty Hyde Bailey"
205. *Dransfield, John; Uhl, Natalie W.; Asmussen, Conny B.; Baker, William J.; Harley, Madeline; Lewis, Carl* (2008). *Genera Palmarum: the evolution and classification of palms*. Richmond, Surrey, UK: Kew Pub. ISBN 9781842461822. OCLC 265983827.
206. Banks, Harlan P. (1994). "Liberty Hyde Bailey 1858-1954. A biographical memoir" (PDF). Washington, D.C.: National Academy of Sciences. Retrieved 22 July 2015.
207. "Kisah Leila Ch. Budiman" ABC. Diakses 24-5-2014.
208. "9,5 Tahun Pacaran 40 Tahun Berumahtangga Bahagia" Diarsipkan 2014-02-02 di Wayback Machine. Majalah GEMARI. Diakses 8-5-2013.
209. "Sjarifudin Baharsjah: tidak ada lagi politik pertanian" Antara, 17- 9-2013. Diakses 24-5-2014.
210. "Biodata Pejabat Menteri" Diarsipkan 2014-02-02 di Wayback Machine. Kepustakaan Presiden. Diakses 8-5-2013.
211. "Independent Chairpersons of The Council" FAO. Diakses 24-5-2014.
212. ^ "Guru Besar IPB Terima Umali Awards" *VIVA.co.id*, 16-1-2014. Diakses 24-5-2014.
213. "Prof. Sjarifuddin Baharsjah mendapat Penganugerahan Umali Awards" Diarsipkan 2014-01-27 di Wayback Machine. *PSE Litbang Deptan*, 16-1-2014. Diakses 19-1-2014.

BAB 10

214. This article was written for the ERA EHS Blog by John Bradburn. John is an ERA expert partner, developing and advising on ERA sustainability solutions. He is the former Global Waste Reduction Manager for General Motors and was dubbed GM's MacGyver for his uncanny knack to devise unconventional uses for everyday waste. His expertise as a sustainability champion is recognized at the international level. Co-authored by Sarah Sajedi – CEO and Mona Ibrahim environmentalist terbit di blog <https://www.era-environmental.com/blog/what-it-means-to-be-green#:~:text=Green%20means%20to%20continually%20improve,future%20needs%20of%20our%20world>.
215. Hijauku. "Menulis Kembali Sejarah Revolusi Hijau". *Hijauku.com - Situs Hijau Indonesia (dalam bahasa Inggris)*. Diakses tanggal 2020-08-26.
216. "Revolusi Hijau, Pengertian dan Dampaknya". *Diarsipkan dari versi asli tanggal 2011-10-29*. Diakses tanggal 2011-11-07.
217. "Green Revolution: Curse or Blessing" (PDF). *IFPRI*. **2002**: 4. 2002.
218. Albig, William. 1956. *Modern Public Opinion*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc,
219. Moris, R. J. (1977). The transferability of western management concepts and programs: An East African perspective. In: L. Stifel (Ed.), *Education and training for public sector management in developing countries*. New York: The Rockefeller Foundation 75.
220. Humas BRI, (1995). *Seratus Tahun Bank Rakyat Indonesia 1895- 1995*. Jakarta: Kantor Pusat Bank Rakyat Indonesia
221. Bank Negara Indonesia Unit I, *Laporan Tahun Pembukuan 1966/1967*
222. Booth, Anne dan Peter McCawley, 1982, *Ekonomi Orde Baru*, Jakarta: PT Djaya Pirus
223. "Revolusi Hijau. Diakses pada tanggal 7 November 2011". *Diarsipkan dari versi asli tanggal 2012-07-08*. Diakses tanggal 2012-07-08.

224. Sangging, Made Puri Adnyani (1990). Peranan Koperasi Unit Desa (KUD) Sebagai Penyalur Kredit BIMAS di Kabupaten Gianyar. Denpasar: Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan.
225. Tjiptopropanoto, P. (1977). *Beberapa Aspek Sosial Pembangunan Pertanian: Petani dan Pembangunan Pertanian*. *Ekonomi Keuangan Indonesia*, Vol. 15 (3).
226. Hartono, S. (1996). Kredit Pertanian Dalam Program Intensifikasi Padi Yogyakarta: Makalah dalam Seminar Bulanan Pusat Penelitian Pembangunan Pedesaan dan Kawasan pada 1 Februari 1996.
227. Bank Indonesia (2001). *Sejarah Peranan Bank Indonesia Dalam Pengembangan Usaha Kecil*. Jakarta: Biro Kredit Bank Indonesia.
228. Booth, A. (1988). *Agricultural Development in Indonesia*. Sydney: Allen & Unwin.
229. Ario, 2010, Menuju Swasembada Pangan, Revolusi Hijau II : Introduksi manajemen dalam Pertanian, RBI, Jakarta
230. Todaro, MP dan Smith, Stephen C, 2003. *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Jakarta : Erlangga.
231. Goran Djurfeldt 2005, hlm. 3: "this is because the scope of irrigation in sub-Saharan Africa is much below that in Asia, making rice much less of a dominant crop than in Asia"
232. Indra Tata, 2000 *Menggugat Revolusi Hijau*, Jakarta: Yayasan Kehati
233. "*The Next Green Revolution*". *National Geographic*. Diakses tanggal 2020-08-31.
234. "What is sustainable agriculture | Agricultural Sustainability Institute". *asi.ucdavis.edu*. 11 December 2018. Retrieved 2019-01-20.
235. "Introduction to Sustainable Agriculture". Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2016. Retrieved 10 October 2019
236. Brown, L. R. (2012). *World on the Edge*. Earth Policy Institute. Norton. ISBN 978-1-136-54075-2

237. Rockström, Johan; Williams, John; Daily, Gretchen; Noble, Andrew; Matthews, Nathaniel; Gordon, Line; Wetterstrand, Hanna; DeClerck, Fabrice; Shah, Mihir (2016-05-13). "Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability". *Ambio*. **46** (1): 4-17. doi:10.1007/s13280-016-0793-6. PMC 5226894. PMID 27405653.
238. Ben Falk, *The resilient farm and homestead: An innovative permaculture and whole systems design approach*. Chelsea Green, 2013. pp. 61-78.
239. "National Agricultural Research, Extension, and Teaching Policy Act of 1977" (PDF). US Department of Agriculture. 13 November 2002. ©This article incorporates text from this source, which is in the public domain.
240. Pilgeram, RYanne (February 2013). "The Political and Economic Consequences of Defining Sustainable Agriculture in the US". *Sociology Compass*. **7** (2): 123-134. doi:10.1111/soc4.12015. ISSN 1751-9020.
241. Ehrlich, Paul R., et al. —Food Security, Population and Environment. *Population and Development Review*, vol. 19, no. 1, 1993, pp. 27. JSTOR, www.jstor.org/stable/2938383. Accessed 19 March 2021.
242. Singh, R., Upadhyay, S., Srivastava, P., Raghubanshi, A. S., & Singh, P. (2017). Human Overpopulation and Food Security: Challenges for the Agriculture Sustainability.
243. Pretty, Jules N. (March 2008). "Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*. **363** (1491): 447- 465. doi:10.1098/rstb.2007.2163. ISSN 0962-8436. PMC 2610163. PMID 17652074.
244. Stenholm, Charles; Waggoner, Daniel (February 1990). "Low-input, sustainable agriculture: Myth or method?". *Journal of Soil and Water Conservation*. **45** (1): 14. Retrieved 3 March 2016.

245. Tomich, Tom (2016). Sustainable Agriculture Research and Education Program (PDF). Davis, California: University of California. Archived from the original (PDF) on 2017-03-09. Retrieved 2019-10- 26.
246. Chrispeels, M. J.; Sadava, D. E. (1994). Farming Systems: Development, Productivity, and Sustainability. Jones and Bartlett. pp. 25-57. ISBN 978-0867208719
247. D'Ostuni, M.; Trombadore, A.; Orsini, F. Food in the City: Enabling Integrated Solutions for Urban Agriculture and Food Production in Buildings. In The Importance of Greenery in Sustainable Buildings; Sayigh, A., Trombadore, A., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2022; pp. 231-254.
248. Zacharia, P., & Ninan, R. G. (2021). Synergies and Trade-Offs Between Climate Change and The Sustainable Development Goals in the Context of Marine Fisheries. Dalam V. Venkatramanan, S. Shah, & R. Prasad, Exploring Synergies and Trade-Offs Between Climate Change and The Sustainable Development Goals (hal. 159-176). Singapore: Springer Nature SingaporeLtd.
249. Anggraeni, E. Y. & Irviani, R., 2017. Pengantar Sistem Informasi. 1 penyunt. Yogyakarta: Andi.
250. <https://www.jiva.ag/blog/top-13-innovations-in-agriculture-farming>

DAFTAR PUSTAKA

- Aartsen, J. V., 1953. Ekonomi pertanian Indonesia. Jakarta: Pembangunan
- Aca Sugandhy ir.,M.Sc, 1999, Penataan ruang dalam pengelolaann lingkungan hidup, Jakarta, Gramedia Pustaka
- Albig, William. 1956. Modern Public Opinion. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc,
- Anggraeni, E. Y. & Irviani, R., 2017. Pengantar Sistem Informasi. 1 penyunt. Yogyakarta: Andi.
- Apridar S.E., M.Si., 2012—teori ekonomi sejarah dan perkembangannya Geraha Ilmu: Yogyakarta, hal 43
- Ario, 2010, Menuju Swasembada Pangan, Revolusi Hijau II: Introduksi manajemen dalam Pertanian, RBI, Jakarta
- Asdak, 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Bailey, L.H. 1923. Various cultigens, and transfers in nomenclature. Gentes Herb. 1: pages 113-136
- Basri, Junaidi. 1987. Dasar-dasar Mekanisasi Pertanian. Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
- Ben Falk, 2013. The resilient farm and homestead: An innovative permaculture and whole systems design approach. Chelsea Green, pp. 61-78.
- Boedi Harsono, 2003, hukum agraria indonesia, sejarah pembentukan undang-undang pokok agraria, isi dan pelaksanaannya, Djambatan, Jakarta, hlm 269
- Booth, Anne dan Peter McCawley, 1982, Ekonomi Orde Baru, Jakarta: PT Djaya Pirus
- Booth, A. 1988. Agricultural Development in Indonesia. Sydney: Allen & Unwin.

- Brown, L. R. 2012. *World on the Edge*. Earth Policy Institute. Norton. ISBN 978-1-136-54075-2
- Castro, P. and M. Huber. 2003. *Marine Biology*. 4th ed. Boston: McGraw Hill.
- Daniel Zuchron, 2017, *Menggugat Manusia dalam Konstitusi: Kajian Filsafat atas UUD 1945 Pasca Amandemen*, Jakarta: Rayana Komunikasindo, h. 21
- Desaunettes, J.R., 1977. *Catalogue of Landforms for Indonesia*. Soil Research Institute Bogor, FAO. 111p and Appendices.
- Dudal, R., and M. Soepraptohardjo. 1957. *Soil Classification in Indonesia*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimatologi, Bogor
- Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., & Ramankutty, N. (2010). Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 589-606.
- Endang Suherman, 2009, *Wilayah Udara dan Wilayah Dirgantara*, Penerbit: PT Alumni, Bandung, hlm., 10.
- Gabriel, J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Hiprokrates.
- Hansen, V. E. et al., 1986. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Jakarta : Erlangga.
- Harahap, Fitra Syawal ,2021. *Dasar-dasar Agronomi Pertanian*. Mitra Cendekia Media. hlm. 2. ISBN 9786236957851.
- Jayadinata, Johara T. 1992. *Pembangunan Desa dalam Perencanaan*. Bandung: ITB.
- Kartasapoetra, A.G dan M. M. Sutedjo, 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian Irigasi*, Bumi aksara. Jakarta.
- Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. 2007. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Cetakan 2 – Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi
- Lakitan, B. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Cetakan Ke-2. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

- Lichfield, D. dan Drabkin, H. Darin. 1980. —Land Policy and Urban Growthl. Oxford: Pegamon Press.
- Mawardi, Erman. 2007. Desain Hidroulik Bangunan Irigasi. Bandung : Alfabeta.
- Muhammad Ilham Arisaputra, 2015, Reforma Agraria Indonesia, Sinar Grafika, Jakarta, hlm. 55
- Nurmaranti Alim., dkk. 2022 Pengelolaan Lahan Kering, Yayasan Kita Menulis, 2022 ISBN: 978-623-342-459-2 Cetakan 1
- Olilingo, Fachrudin Zain 2017. Potensi Investasi di Provinsi Gorontalo. Deepublish. hlm. 102. ISBN 9786024535476
- Priesner, Claus (1985), "Liebig, Justus Freiherr von" , Neue Deutsche Biographie (dalam bahasa Jerman), vol. 14, Berlin: Duncker & Humblot, hlm.497–501;
- Priyatna Abdurrasyid., 2007, Kedaluatan Negara di Ruang Udara, Penerbit: Rajawali Press, hlm., 10.
- Priyatna Abdurrasyid., 2003, Beberapa Aspek Hukum Orbit Geostationer, Departemen Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta, hlm 3.
- Rebecca Jones, 2010, Green Harvest: The History of Organic Farming and Gardening in Australia, Collingwood, Victoria: Csiro Publishing, p. 3
- Robert J. Kodoatie, Dirmawan, Christine Mayavani 2021. Tata Ruang Sungai Aluvial dan Sungai Non-Aluvial CAT dan Non-CAT. Penerbit Andi. hlm. 107. ISBN 9786230103056.
- Russanti, Irma 2019. Eksplorasi Batik Tanah. Pantera Publishing. hlm.16. ISBN 9786026013736.
- Sefriani, 2010, Hukum Internasional Suatu Pengantar, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, h. 192
- Seyhan, Ersin, 1990, Dasar-dasar Hidrologi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

- Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta
- Suhardjono. (1994). Kebutuhan Air Tanaman. Institut Teknologi Malang
- Sukanda Husin, S.H, LL.M. 2009, Penegakan Hukum Lingkungan Indonesia. Jakarta: Sinar Grafika, hlm. 79
- Sumaryanto, et al, 2005. Analisis Kebijakan Konversi Lahan Sawah ke. Penggunaan Non Pertanian. Laporan Penelitian Tahun II. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Susanto, Heru 2013. Bijak Meminjam dan Menggunakan Uang Bank.
- Elex Media Komputindo. hlm. 259. ISBN 9786020220949.
- Tati Nurmala (dkk), 2012, Pengantar Ilmu Pertanian, Graha Ilmu, Yogyakarta, hlm.20
- Todaro, MP dan Smith, Stephen C, 2003. Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga. Jakarta : Erlangga.

INDEX

A

Agriculture over the long term, 236
Ahli Pertanian, vii, 408
Air, vi, 31, 78, 82, 93, 105, 134, 148, 149, 150, 151, 153, 155, 157, 167,
168, 172, 175, 182, 187, 188, 189, 190, 336, 337, 363, 371, 379, 381,
382, 384, 386, 465, 466, 481, 490, 493, 498, 500, 520, 529, 530, 545,
547
Air Larian, 189
Alih Fungsi Lahan Pertanian, vi, 43, 200, 202, 205, 208, 209, 525, 531
Alluvial, 116, 117, 145, 147
Alluvial sampai Krast, 147
ALLUVIAL TERRACES, 122
Andosol, 35, 36, 38, 45
Angin, 61, 64, 65, 66, 67, 72, 93, 487
ANTICLINE DEPRESSION, 124
Arable land use per person, 244
Areal Sawit (Ha), 277
Artificial intelligence, 517

B

Bagi-Sadap, 175
Balitbiogen, 6
Bangunan Pengatur dan Pengukur, 176
Barantan, 18, 524
Bentuk Lahan, vi, 116, 121, 130, 137, 146, 147
Berkelanjutan, vii, 9, 84, 114, 208, 209, 281, 350, 358, 362, 367, 373,
377, 382, 383, 389, 427, 452, 455, 468, 470, 471, 472, 474, 478, 482,
484, 491, 492, 494, 504
BPTP, 8
Bukit atau Perbukitan, 130

C

Cambisol, 35, 39
Civilization of Agriculture, vii, 402
Cropland per person, 242
Curah Hujan di Indonesia, 181

D

Data penggunaan Teknologi Hijau, 512
Data pengukuhan Kawasan, 340
Deforestasi, 342, 343
Diagram Venn Sustainable Development, 361
Diagram Lingkaran Konsep Tanah berkelanjutan, 402
Diagram Venn Lahan, 253
Drone, 512, 514, 518, 519, 520, 521
Drone untuk pemyemprotan tanaman, 521
Dudal-Soepraptohardjo (D-S), 35

E

Ekspor Karet menurut mutu, 293
Ekspor Minyak Sawit, 270
Entisol, 35, 36, 46
EVANTOPORASI, 185
Exhaustible, 81, 82

F

FAO, vi, 34, 35, 37, 38, 111, 116, 217, 228, 230, 231, 249, 251, 252, 312, 362, 378, 380, 381, 384, 385, 392, 393, 424, 425, 528, 532, 533, 534, 539, 545
Farm Automation Technologies, 512, 513
Food estate, 350, 353

G

Gambut, 103, 105, 346
Geostationary Orbit, 94
Global land use for food production, 232

Grafik Malthus, 203
 Green, 387, 409, 410, 411, 413, 428, 435, 436, 446, 456, 457, 484, 538,
 540, 541, 542, 544, 546
 Green Agriculture, 435, 456
 Green Revolution, 409, 410, 411, 435, 436, 446, 538, 540, 541
 Green Technology, 435, 484
 Grumusol, 35, 47
 Gunung atau Pegunungan, 137

H

Hidrologi, 18, 179, 183, 185, 215, 530, 544, 546, 547
 Hijau, vii, 387, 408, 409, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436,
 437, 438, 439, 441, 442, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452,
 453, 456, 463, 484, 485, 502, 506, 540, 541, 544
 Hilly, 116, 122, 125, 145
 Hortikultura, 7, 12, 16, 26
 Hujan Frontal, 180
 Hujan konvektif, 180
 Hujan Orografik, 180
 Humus, 48, 415
 Hutan Hujan Kelapa Sawit, 344
 Hutan Lumut, 311, 326
 Hutan Tropis, 315

I

Iklim Muson, 66
 in the Marquesas Islands, 83
 Inceptol, 48
 Inexhaustible Resources, 81, 82
 Infiltrasi, vi, 187, 398
 Instrumen Tanaman Pangan, 16
Intersepsi, 182, 190
 Irigasi, vi, 11, 157, 158, 159, 160, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 172,
 178, 194, 195, 448, 451, 454, 465, 469, 488, 495, 502, 505, 514, 519,
 529, 530, 545, 546
 Irigasi dan Non Irigasi, 195

Irigasi Petak Primer, 172
Irigasi Petak Sekunder, 171
Irigasi Petak Tersier, 170

J

Jembatan Sipon Cibeet, 174

K

Kapur, 51, 146
Karantina, 7, 18, 19, 20, 21, 22, 524
Karet, 285, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 310
Karst (Batuan Kapur), 146
Karstic, 143
Kawasan Wallace, 316
KKP, 22
Klasifikasi Lahan, vi, 213, 215, 216, 217
Koefisien, vi, 187, 191, 192, 193
Komodo, 87, 323, 329
Kura-kura, 88

L

Lahan, iii, vi, 11, 17, 18, 29, 43, 87, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105,
106, 109, 111, 112, 113, 114, 116, 145, 193, 194, 195, 196, 197, 199,
200, 201, 202, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 217,
218, 220, 222, 223, 224, 226, 227, 230, 233, 241, 246, 249, 252, 253,
268, 338, 346, 350, 351, 355, 471, 484, 494, 525, 528, 531, 532, 546,
547
Lahan Baku, 111, 112
Lahan gambut, 104, 105, 106
Lahan Marine (Laut), 121
Lahan perkotaan, 99
Land use over the long term, 234
Lapisan tanah, 101
Laterit, 49
Litosol, 35, 50
LNG, 97

Logo tanaman hijau, 429
Lotosol, 50
LPTP, 8
Luas Perkebeunan karet, 291

M

Malthus, 202, 203
Marine, 23, 116, 119, 121, 122, 145, 485, 524, 543, 545
Mergel, 52
Metode Pertanian Cornell, 404, 405, 406
Micellaneous, 133, 134
Modern, 258, 436, 454, 502, 504, 512, 540, 544
Mountain, 116, 130, 131, 135, 136, 145

N

Narrow valley, 135
Natuna, 87
Negara Tetangga Surplus, 266
Negara Tetangga Surplus Beras, 266

O

Organosol, 35, 53
Oxisol, 35, 36, 53

P

Padas, 54
Paparan Sahul, 315, 316
Paparan Sunda, 315
Pasir, 55, 119
Pedologi, v, 33, 145, 146
Pengelolaan Tanah berkelanjutan, 401
Perawatan tanah berkelanjutan, 385, 386, 387, 388, 389, 395
Perkebunan, vii, 12, 13, 16, 108, 216, 253, 254, 255, 267, 268, 271, 272, 273, 274, 277, 281, 291, 306, 308, 310, 535, 536
pertanian hijau, 459, 461, 463, 468, 473, 475, 480, 484

Pertanian Klasik di Indonesia, 256
 Plain, 116, 121, 122, 145
 Planeze, 141
 Podsol, 35, 55
 Podsolik Merah Kuning, 35, 56
 Precision Agriculture, 512, 515
 Produksi Beras menurun, 264
 Produksi karet Alam, 292
 Prosentase Kondisi Tanaman Sawit, 278
 Provinsi Penghasil Kelapa Terbesar, 308, 309
 Provinsi produksi karet, 290
 Provinsi Produksi Padi Terbesar, 263

R

Revolusi Hijau, 435, 436, 446, 447, 448, 451, 452, 453

S

Sawah berundak, 87
 SDA, 80, 82, 83, 89
 Sejarah Perkebunan Sawit Indonesia, 271, 272
 Share land for agriculture, 239
 Sipon Cibeet Karawang, 174
 Soil health assessment, 397
 Soil Taxonomy, v, 36
 Sumber Daya Alam Dasar, 82
 Summits, 136
 Sumur Resapan, vi, 186
 Sustainable, iii, iv, vii, 358, 361, 377, 383, 389, 391, 395, 401, 411, 427,
 457, 458, 460, 484, 485, 541, 542, 543, 557
 Sustainable Agricultural Development, 361
 Sustainable Development, 485, 543, 557
 Sustainable Soil Management, 377, 389, 395
 Sustainable Soil Treatment, iii, iv, 383, 389, 395, 427

T

Tanah, v, vi, vii, 1, 2, 7, 14, 18, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 97, 99, 100, 101, 118, 125, 135, 193, 194, 197, 199, 200, 215, 218, 252, 256, 272, 335, 341, 363, 368, 377, 378, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 387, 388, 389, 391, 392, 393, 401, 402, 406, 407, 427, 439, 463, 466, 467, 473, 478, 480, 493, 495, 498, 500, 523, 525, 531, 545, 546

Tanah Liat, 57

Tani, 3, 164, 437, 438

Teknologi Hijau Pertanian, 485

Terumbu Karang, 88

Tim Lindungi Hutan, 320

TORA, 341, 342

Tutupan Hutan Indonesia, 339

U

Udara, 77, 94, 95, 96, 493, 509, 525, 527, 545, 546

UUPA, 6

V

Volcanic, 116, 137, 138, 139, 141, 142, 145

Volume Konsumsi Beras, 265

Vulkanik, 137, 146

W

Wallace, 315, 316

WRB, 34, 35, 36, 37, 38

TENTANG PENULIS



La Mema Parandy. Lahir di Ambon, 09 September 1982. Lulus SMA Negeri 1 Bau-Bau Sulawesi Tenggara, kemudian merantau ke Surabaya, melanjutkan Studi S1 Teknik Industri UPN “Veteran” Jatim (2008) dan Universitas Tritunggal Surabaya (2010), Magister Manajemen UPN “Veteran” Jatim (2014), Program Profesi Insinyur (PS PPI) Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (2020), dan sedang menempuh S3 Agribisnis UPN Veteran Jatim (2021).

Mantan Aktifis Surabaya (2001-2006), kemudian mendirikan perusahaan Jasa Pelaksa Konstruksi khususnya mekanikal elektrikl/ME (2008), puncaknya pada tahun 2010 bersama beberapa perusahaan dan lintas asosiasi perusahaan jasa konstruksi khususnya bidang elektrikl ikut mengsucceskan Go Grass 1 juta pelanggan listrik PLN di Jawa Timur.

Ketua Bidang Pengembangan Organisasi dan Kaderisasi Majelis Pengurus Wilayah Ikatan Cendekiawan Muslim se-Indonesia (MPW ICMI) Jawa Timur periode 2021-2026.

Sekarang, Direktur PT. PEMBANGUNAN INTEGRITAS SDM NUSANTARA Perusahaan Jasa Konsultan Lingkungan dan Value Chain Agribisnis, menjadi Pemateri, Motivator serta aktif di Persatuan Insinyur Indonesia (PII) dan Badan Kejuruan Teknik Industri – Persatuan Insinyur Indoneia (BKTI – PII) KORWIL Jawa Timur 2021-2024 dan kepala departemen kerjasama universitas untuk wilayah Jawa – Bali 2024-2027 dan Ikatan Sarjana Teknik Industri dan Manajemen Industri (ISTMI) KORWIL Jawa Timur 2021-2025.

Penelitian:

Selengkapnya ada di Google Scholar

<https://scholar.google.com/citations?user=bqGdIUQAAAAJ&hl=id>

Analysis of The Influence of Burnout, Job Satisfaction and Organizational Commitment on Turnover Intention of Electronic Manufacturer Employees in Indonesia J Ariawan, BA Tarigan, A Mardiah, FS Siahaan, LM Parandy JEMSI (Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Akuntansi) 9 (5), 2016-2020	39	2023
THE INFLUENCE OF BRANDING AND PRICE ON PURCHASE DECISIONS OF SKINCARE PRODUCTS F Sudirjo, R Indrapraja, I Arief, LM Parandy, S Nuridah Jurnal Scientia 12 (03), 3990-3994	18	2023
Analysis of The Influence of Electronic Word of Mouth, Brand Awareness and Digital Accessibility on Purchase Decision of Sayurbox Consumers F Sudirjo, AK Astuti, LM Parandy, WO Kowey, R Transistari Jurnal Informasi dan Teknologi, 53-58	14	2023
Realization of Competitive Millennial Farmers Through Comprehensive Training Education P La Mema, S Teguh, BV Kurnia Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences 136 (4), 20-43	13	2023
Analysis of The Influence of Digital Financial Literacy Understanding on The Profitability of Small and Medium Micro Enterprises LM Parandy, DMRT Dewa, SA Pramono, JPR Suwondo, TW Nurdiani Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi (JSISFOTEK) 6 (1), 19-23	7	2024

Towards Global Food Security: Vertical Farming as an Innovative Solution D Tooy, E Supriatna, MI Ma'ruf, LM Parandy, K Barki ENDLESS: International Journal of Futures Studies 6 (3), 335-347	4	2023
Design of Temperature Monitoring and Control System in Smart Hen Coop Based on Internet of Things SS Hidayat, M Robby, R Al Azhar, I Mujahidin, MCA Prabowo Journal of Information System, Technology and Engineering 2 (2), 236-251		2024
Analysis of The Influence of Digital Financial Literacy Understanding on The Profitability of Small and Medium Micro Enterprises LM Parandy, DMRT Dewa, SA Pramono, JPR Suwondo, TW Nurdiani Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi (JSISFOTEK) 6 (1), 19-23		2024
Addressing the Global Food Security Crisis and Energy Shortages: Innovative Solutions and Policy Interventions for Sustainable Development Masriadi, L Fauziah, Gusmailina, LM Parandy, Indaryati International Journal of Science and Society (IJSOC) 6 (1), 748- 759		2024
Assessing the Influence of Climate Change on Agricultural Yields and Crafting Farmer-Centric Adaptation Strategies: A Policy-oriented Agricultural Analysis D Tangkesalu, H Rasyid, DY Heryadi, AM Asiri, LM Parandy Global International Journal of Innovative Research 2 (1), 364-373		2024

Design of Temperature Monitoring and Control System in Smart Hen Coop Based on Internet of Things LM Parandy, SS Hidayat, M Robby, R Al Azhar, I Mujahidin, ... Journal of Information System, Technology and Engineering 2 (2), 236-251		2024
IMPLICATIONS OF COMPREHENSIVE TRAINING EDUCATION FOR MILLENNIAL FARMERS ON MOTIVATION FOR AGRICULTURAL ENTREPRENEURSHIP LM Parandy, F Akhmad, WS Tjondro, S Teguh, Mubarakah, H Hamidah, ... Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences 147 (3), 156-169		2024
REALIZATION OF COMPETITIVE MILLENNIAL FARMERS THROUGH COMPREHENSIVE TRAINING EDUCATION LM Parandy, T Soedarto, V Kurnia Baihaqi		2023